



Universidad Europea de Canarias

TRABAJO FIN DE MASTER

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Prevención de Riesgos Laborales:

**Uso de NUEVAS TECNOLOGÍAS en el sector del
TRANSPORTE TERRESTRE y la LOGÍSTICA**

Alumno: Marcos Pérez Jiménez

Tutor: Susana Hernando Castro

(Gijón), 2023



Universidad europea de Canarias

TRABAJO FIN DE MASTER

Prevención de Riesgos Laborales: Uso de NUEVAS TECNOLOGÍAS en el sector del TRANSPORTE TERRESTRE y la LOGÍSTICA

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Alumno: Marcos Pérez Jiménez

TUTOR: Susana Hernando Castro

(Gijón), 2023

ÍNDICE

1	RESUMEN / ABSTRACT	5
2	INTRODUCCIÓN.....	6
3	OBJETIVOS	7
3.1	Objetivo principal del estudio:	7
3.2	Objetivos específicos del estudio:.....	7
4	ANTECEDENTES.....	8
5	METODOLOGÍA.....	9
6	RESULTADOS	10
6.1	Visión del sector:	10
6.2	Riesgos asociados al sector del transporte terrestre y la logística:	12
6.3	Tecnologías aplicadas a la reducción de accidentes laborales de tráfico:.....	15
6.3.1	Ayudas a la conducción de VEHÍCULOS PESADOS.....	15
6.3.2	Ayudas a la conducción para VEHÍCULOS LIGEROS:.....	20
6.4	Tecnologías aplicadas a la formación en materia de PRL:.....	26
6.4.1	Formación práctica con uso de Realidad Virtual:	28
6.4.2	Simuladores de alto nivel:.....	35
6.5	Otras tecnologías al servicio de la prevención de riesgos laborales:	38
6.6	Análisis DAFO para formación con realidad virtual:	40
7	CONCLUSIONES.....	41
8	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	43
9	BIBLIOGRAFÍA.....	44
	ANEXOS.....	48

1 RESUMEN / ABSTRACT

Resumen

El presente Trabajo Fin de Máster identificará y pondrá de manifiesto las nuevas tecnologías existentes en materia de prevención de riesgos laborales dentro del sector del transporte por carretera y la logística.

Desde un punto de vista estadístico, el sector del transporte y la logística se encuentra entre los sectores con más siniestralidad, incluyendo, por un lado, los accidentes de trabajo ocurridos durante la jornada laboral, y por otro, aquellos ocurridos en el trayecto de casa al trabajo o del trabajo a casa, más conocidos como, *in itinere* o trayectos durante la jornada laboral (en misión).

Este TFM identificará cuáles son los principales riesgos asociados al sector del transporte y la logística, considerando los riesgos existentes en actividades como la conducción tanto en misión como *in itinere*, así como los principales riesgos presentes en el desempeño de las labores propias de la logística y el almacenamiento.

Una vez identificados los riesgos en los diferentes campos, se expondrá en negro sobre blanco las diferentes tecnologías existentes para eliminar o reducir los riesgos del sector, así como las nuevas opciones de las que disponen trabajadores y empresarios para recibir formación adecuada y suficiente de un modo seguro con la ayuda de la realidad virtual o simuladores de alto nivel.

Abstract

This Master's Thesis will identify and highlight the new existing technologies in the field of occupational risk prevention in the transport and logistics sector.

From a statistical point of view, the transport and logistics sector is among the sectors with the highest accident rate, including, on the one hand, accidents at work that occur during the working day, and on the other, those that occur on the way from home to work or from work to home, better known as commuting or journeys during the working day (on mission).

This Master's Thesis will identify the main risks associated with the transport and logistics sector, considering the risks existing in activities such as driving both on mission and *in itinere*, as well as the main risks present in the performance of logistics and storage tasks.

Once the risks in the different fields have been identified, the different existing technologies to eliminate or reduce the risks in the sector will be presented in black and white, as well as the new options available to workers and employers to receive adequate and sufficient training in a safe way with the help of virtual reality or high-level simulators.

2 INTRODUCCIÓN

Cada día las empresas y los trabajadores están más comprometidos con la seguridad. Poco a poco la prevención de riesgos laborales adquiere un peso mayor dentro de la organización, así como la creciente toma de conciencia por parte de los trabajadores.

Desde un punto de vista tecnológico, cabría preguntarse cómo ha mejorado la seguridad de los trabajadores que desempeñan funciones de conductor. Su puesto de trabajo es, durante la gran mayoría de la jornada laboral, la cabina de un camión. Progresivamente, se va regulando más normativa y leyes a nivel europeo que abogan por implementar mayor seguridad en los vehículos pesados y ligeros. Equipar nuevas ayudas tecnológicas conocidas como ADAS (Advanced Driver Assistance Systems, por sus siglas en inglés) supone un punto de inflexión en la eliminación y/o reducción de riesgos inherentes a la profesión de conductor. Soluciones tecnológicas que tienen como objetivo principal mejorar la seguridad de todos los usuarios de la vía, “atacando” los riesgos desde varios frentes: Ayudas que tratan de evitar el accidente (seguridad activa) y ayudas que tratan de minimizar el daño una vez ocurrido el accidente (seguridad pasiva).

Asimismo, al sector de la logística están llegando nuevas tecnologías con la finalidad de eliminar o reducir los riesgos propios de un almacén. Cada vez es más frecuente el uso de maquinaria como carretilla y transpaleta que permiten facilitar la labor del personal de almacén, por lo que parece lógico que progresivamente equipen más tecnología para tratar de reducir los riesgos inherentes al manejo de este tipo de maquinaria.

Cabe destacar, que una parte fundamental en materia de prevención de riesgos laborales es la formación adecuada y suficiente que deben recibir los trabajadores. Art. 19.1 (*Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.*, s. f.).

Hasta ahora, esa formación constaba de una parte teórica y, si procede, de una parte práctica. Si bien la parte práctica capacita adecuadamente al trabajador para afrontar con ciertas garantías el trabajo de un modo seguro, no es menos cierto que, durante la práctica, no se podía exponer al trabajador a ciertos riesgos que también están presentes en el puesto de trabajo y a los que no se podía enfrentar por motivos de seguridad.

Por esta razón, considero importante incorporar a las formaciones prácticas, el uso de nuevas tecnologías como la realidad virtual, que facilita la posibilidad de asumir riesgos (acercarse a un fuego para apagarlo, volcar con una carretilla elevadora, experimentar una caída desde una plataforma elevadora móvil de personal, etc.) que de otro modo no sería posible.

Son un gran complemento para adquirir memoria muscular ante emergencias, así como vivir en primera persona las consecuencias de no observar las medidas de prevención adecuadas.

3 OBJETIVOS

Los objetivos de este Trabajo Fin de Máster se enfocan desde dos puntos de vista, tanto a nivel general como específicos:

3.1 Objetivo principal del estudio:

Poner de manifiesto la gran evolución, cualitativamente hablando, que las nuevas tecnologías han experimentado en materia de prevención de riesgos laborales, tanto desde el punto de vista de la seguridad de los trabajadores como desde el punto de vista de la formación práctica en materia PRL.

Ayudar a comprender cómo estos nuevos modos de formación contribuyen a la hora de tomar conciencia de los riesgos presentes en nuestro puesto de trabajo, así como las consecuencias de no observarlos. Todo ello realizando un enfoque basado principalmente en buscar la sensibilización del trabajador en un grado que hasta ahora no se había podido conseguir.

3.2 Objetivos específicos del estudio:

Descubrir las tecnologías empleadas en la actualidad en el sector del transporte por carretera y la logística en materia de prevención.

Dar respuesta a qué tecnologías están por venir, las cuales servirán para reducir la siniestralidad, así como involucrar aún más al trabajador en materia de prevención.

Conocer qué normativa legal y/o voluntaria aplica en formación PRL y si tienen en cuenta el uso de nuevas tecnologías.

Hacer especial hincapié en cómo aplicar esta tecnología de un modo novedoso, eficaz y didáctico.

Conocer en profundidad virtudes y defectos de estos avances a través de un análisis DAFO que exprese de un modo claro, cuáles son las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del uso de estas nuevas tecnologías en el campo de la formación en materia de prevención de riesgos laborales.

4 ANTECEDENTES

El uso de nuevas tecnologías en prevención de riesgos laborales es materia de estudio desde hace ya varios años.

Autores como Mario Núñez Fernández y Juan Pedro Cortés Pérez publicaron, en el año 2022, un artículo sobre el uso de la realidad virtual en el campo de la prevención de riesgos laborales (Núñez-Fernández & Cortés-Pérez, 2022). En esta ocasión los autores integran este tipo de tecnología en proyectos de investigación territorial con metodología de trabajo BIM.

Las técnicas de realidad virtual llegaron también para colaborar en la eliminación o reducción de riesgos psicosociales. Hay estudios ya realizados por empresas (Castilla Molina, 2021) donde, con ayuda de la realidad virtual, se simulan entornos laborales similares a los que se puede enfrentar el trabajador en su puesto de trabajo. Todo ello requiere un estudio previo para detectar los posibles riesgos psicosociales presentes para, posteriormente, enfrentar al trabajador y ayudarlo a identificarlos y afrontarlos, así como enseñarle a tratar con este tipo de entorno de trabajo. La tecnología podría comenzar a utilizarse en sectores como el transporte por carretera y logística donde la carga mental y los altos ritmos de trabajo cada día están más presentes.

Como cabría esperar, la realidad virtual llega a todos los sectores laborales y, como no podría ser de otro modo, también al sector de la industria (Bolaños Andrade, 2021) donde se realza la necesidad de implantar este tipo de formación para **aumentar la concienciación** en los trabajadores. Sumergir al alumno en una “realidad” donde pueda experimentar en primera persona las consecuencias de un accidente laboral grave se presenta como la mejor alternativa para llegar a este objetivo sin comprometer su seguridad.

Asimismo, en el sector de la construcción (Rigol Carrasco, 2017) se busca una mayor concienciación de los trabajadores donde los riesgos son muy importantes con accidentes que podrían ser mortales y las nuevas tecnologías tienen mucho que aportar.

Respecto a ayudas a la conducción (ADAS), se cuenta con una serie de antecedentes (Rastelli et al., 2010) desde hace más de una década donde se desarrollan nuevas tecnologías para implantar en los vehículos y ayudar a reducir o eliminar el riesgo de accidente de tráfico en general y accidentes *in itinere* o en misión en particular.

La literatura existente en cuanto a ayudas a la conducción es muy extensa. Hay un gran número de textos que tratan cada una de las ayudas que han sido desarrolladas en la última década (Musleh Lancis et al., 2012).

5 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este TFM se procedió a una revisión bibliográfica con la finalidad de poner en contexto el tema tratado. Averiguar qué se ha dicho al respecto antes de este estudio.

Se expondrán cuáles son los riesgos que afectan a los principales puestos de trabajo en este sector. Para ello, se han escogido aquellos que más preocupan desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales: Personal de almacén y conductor de vehículos en general e industriales en particular.

El camino adoptado para dar a conocer los riesgos asociados no es otro que una evaluación de riesgos, de estos mismos puestos de trabajo, así como las medidas preventivas adecuadas.

Se expondrán avances en tecnología cuyo objetivo es eliminar o reducir los riesgos asociados al sector del transporte por carretera y la logística. Estas tecnologías contribuyen en gran medida a reducir en gran medida los riesgos evaluados en este trabajo.

Esta exposición dará respuesta a qué metodologías son interesantes desde el punto de vista económico para las empresas. Cuáles pueden implementar dentro de su organización o, por otro lado, es necesario solicitar la colaboración de centros de formación externos que den servicios en materia de prevención para aplicar estos avances.

Para conocer con más detalle su viabilidad y utilidad, se procederá a realizar un análisis DAFO y averiguar cuáles son sus fortalezas y debilidades.

Una vez conocidas las principales herramientas tecnológicas, se indicará hacia dónde vamos y qué sorpresas nos depara el futuro con este tipo de avances, así como considerar qué posibilidades reales tienen las empresas, desde un punto de vista económico, a la hora de adquirir e implantar estos equipos como alternativa a otras formaciones más ortodoxas.

6 RESULTADOS

6.1 Visión del sector:

El sector del transporte y la logística en general y el transporte por carretera en particular es un sector en auge, que crece cada día debido al aumento de la demanda por parte del consumidor.

Debido al gran desarrollo en logística que se experimentó a finales del siglo pasado y comienzos del presente siglo, tanto a nivel tecnológico como a nivel de infraestructuras, se puede aseverar que las sociedades más avanzadas disponen de los medios para satisfacer la creciente demanda que el consumidor (empresa o particular) solicita en cuanto a la entrega de mercancías desde un punto de vista temporal y de calidad.

Hoy en día, estamos en disposición de entregar cualquier mercancía en un tiempo récord, en el destino que se solicite y con todas las garantías de que el producto llegará en buen estado.

Para que todo esto sea posible, las empresas encargadas del almacenamiento y distribución han tenido que adaptarse y evolucionar rápidamente con la finalidad de satisfacer este tipo de demandas.

Dicha adaptación se llevó a cabo desde diferentes campos. En primer lugar, las empresas han requerido el aumento tanto de mano de obra como de instalaciones. La mano de obra que se necesita, no solo se centra en el personal de almacén, sino que también es requerida para transportar las mercancías por carretera. Este hecho facilitó un aumento considerable de la demanda de conductores de vehículos destinados al transporte de mercancías, concretamente de vehículo articulado (trailer) y, en menor medida, conductor de camión rígido y furgón o furgoneta.

En España, hay un total de 105.192 empresas que se dedican al transporte público de mercancías por carretera con un total de 380.392 vehículos, de los cuales, dos tercios partes son vehículos pesados. (*Transporte Terrestre | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana*, s. f.). Estos datos se van incrementando cada día, así como la demanda de este tipo de profesionales. Se estima que sólo en España hace falta unos 15 mil conductores para cubrir la demanda.

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, este tipo de perfiles profesionales (conductores y personal de almacén) llevan asociados una serie de riesgos propios de las funciones que desempeñan y, dado su creciente demanda, conviene que las empresas conozcan cuáles son los riesgos para poder evaluarlos correctamente con la finalidad de eliminarlos o reducirlos adoptando las medidas preventivas adecuadas.

Uno de los objetivos del presente trabajo, es conocer este tipo de riesgos, evaluarlos y detallar qué pueden hacer las nuevas tecnologías para eliminarlos o reducirlos.

En el Anexo se detalla la evaluación de riesgos de los dos puestos de trabajo más representativos del sector del transporte por carretera y la logística como son el puesto de conductor y el de personal de almacén.

El desempeño de estas funciones, debido a los altos ritmos de trabajo, inherentes a esta profesión, acusados por la inmediatez que cada día demanda en mayor medida la sociedad del s.XXI, el estrés, la fatiga y, en el caso de los conductores profesionales que realizan transporte nacional o internacional, el pasar largos periodos de tiempo fuera de casa, hace que los índices de siniestralidad en este sector sean de los mayores registrados en España, junto con los de la industria extractiva y la construcción.

Estos empleos requieren el manejo de maquinaria pesada (camiones o furgones) en el caso de los conductores y carretillas elevadoras en el caso de personal de almacén. El manejo de estos equipos de trabajo, hace que un porcentaje significativo de los accidentes (entorno al 18%) sean provocados por choques, golpes y/o atropellos, así como un porcentaje también significativo (entorno al 21%) es provocado por enfermedades no traumáticas como podrían ser los infartos o los ictus a causa del estado de estrés, tensión, ansiedad al que se ven sometidos estos trabajadores en muchas ocasiones. (*Factores de riesgo psicosocial y riesgos asociados en el sector del transporte por carretera, s. f.*).

En la siguiente tabla podemos observar diferentes ramas de actividad, dividida por subsectores como pueden ser el transporte y almacenamiento (que es el tema que nos ocupa), así como otros subsectores de transporte terrestre y por tubería o almacenamiento y actividades ajenas al transporte. En dicha tabla podemos observar cómo un alto porcentaje de accidentes en la rama de transporte y almacenamiento (hasta un 61,2% según datos del INSST) afectan a conductores y operadores de maquinaria móvil.

Estos datos dejan patentes la imperiosa necesidad de formación en materia de prevención de riesgos laborales que requieren estas funciones. Tanto a nivel teórico como práctico. Es más, cabe destacar la relevancia de la formación práctica, donde toma una gran importancia la utilización de nuevas tecnologías como la realidad virtual o la simulación de alto nivel para que los trabajadores experimenten en primera persona situaciones de riesgo real que ayude en gran medida a la concienciación.

**Accidentes de trabajo con baja en jornada, según grandes grupos de ocupación:
(Número de accidentes: porcentajes). 2019**

Rama de actividad (subsector)	Conductores y operadores de maquinaria móvil	Peones de la agricultura, pesca, construcción, industria manufacturera y transporte	Otros ³	TOTAL
H. Transporte y almacenamiento	23 456 (61,2%)	9 229 (24,1%)	5 632 (14,7%)	38 317
49 Transporte terrestre y por tubería	19 704 (81,9%)	2 196 (9,1%)	2 164 (8,9%)	24 064
52 Almacenamiento y actividades anexas al transporte	2 224 (20,9%)	5 969 (56%)	2 462 (23,1%)	10 655

Fuente: INSST.2020. Datos publicados por el Ministerio de Trabajo y Economía Social (2019).

6.2 Riesgos asociados al sector del transporte terrestre y la logística:

Para enumerar los riesgos asociados al transporte terrestre se ha escogido como funciones principales desempeñadas las de conductor profesional y personal de almacén por considerarse dos de las profesiones que entrañan riesgos más importantes dentro del abanico de profesiones asociadas al sector del transporte terrestre.

Cumpliendo con el artículo 19 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, (*Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.*, s. f.) todos los trabajadores deben tener formación adecuada y suficiente teórica y práctica (si así fuese necesario) para conocer los riesgos a los que están expuestos en su lugar de trabajo. Asimismo, en el artículo 17 de la misma Ley se indica que el empresario adoptará las medidas necesarias para que los trabajadores utilicen equipos de trabajo adecuados y seguros.

Debido a los grandes avances tecnológicos ocurridos en los últimos años, hoy en día podemos contar con la tecnología adecuada que ayudará a los empresarios y trabajadores a eliminar o reducir muchos de los riesgos asociados a sus puestos de trabajo, como podría ser la adquisición de vehículos (camiones y furgones) nuevos que equipan tecnología de última generación en seguridad activa (dispositivos de seguridad

que están diseñados para evitar accidentes como podría ser ayuda a la frenada de emergencia, detector de ángulo muerto, etc.) y en seguridad pasiva (dispositivos de seguridad que están diseñados para minimizar los daños, una vez ocurrido el accidente, como podría ser los airbags, cinturones de seguridad, reposacabezas, barras de protección lateral, estructura antivuelco, etc.).

Progresivamente van apareciendo más técnicas para poder simular con ayuda de la realidad virtual o simulador, situaciones de riesgo de lo más dispares, como podrían ser riesgo de cortes, ergonomía o electrocuciones.

En un principio, aunque parecía poco probable que se pudiera utilizar esta tecnología con fines de prevención de importantes riesgos en este sector como pueden ser la carga mental o los altos ritmos de trabajo, cabe mencionar que los desarrolladores (conscientes de los riesgos psicosociales) comienzan implementar simulaciones que ayuden a reducir estos riesgos en las empresas. Pueden, por ejemplo, simular el acoso de un jefe que cada día exige más, sin ser consciente de la carga mental a la que está sometiendo a sus trabajadores.

Este tipo de tecnologías también tiene una serie de flaquezas que animan a seguir mejorando, por no poder cubrir el amplio espectro de riesgos a los que los trabajadores se exponen. Los profesionales de la prevención continua con la tarea de ser capaz de detectarlos, evaluarlos, adoptar medidas preventivas y formar e informar a los trabajadores para reducir o, mejor aún, eliminar estos riesgos.

Teniendo en cuenta los riesgos enumerados en la siguiente tabla, tanto para personal de almacén como para conductor profesional, podemos observar la presencia de riesgos laborales que son más susceptibles de evitar o reducir con ayuda de la tecnología.

RIESGOS LABORALES MÁS COMUNES ASOCIADOS AL SECTOR	
PERSONAL DE ALMACÉN	
Caída de personas a distinto nivel	Caída de personas al mismo nivel
Caída de objetos	Caída de objetos en manipulación
Choques contra objetos	Incendios
Cortes o golpes con herramientas	Atrapamiento
Aplastamiento	Atrapamiento por vuelco de máquinas
Atropellos o golpes con vehículos	Contactos eléctricos
Explosiones	Exposición a agentes químicos peligrosos
Accidente in itinere	Carga física por manipulación manual
Exposición a ruido	Alto ritmo de trabajo
Carga física por posturas de trabajo	Carga mental
CONDUCTOR PROFESIONAL	
Caída de personas a distinto nivel	Caída de personas al mismo nivel
Carga mental	Incendios
Accidente <i>in itinere</i>	Accidente en misión
Exposición al ruido	Alto ritmo de trabajo

A continuación, se detalla en profundidad qué nuevas tecnologías existen hoy en día que están expresamente diseñadas para evitar o reducir los riesgos de accidente de tráfico en los puestos de trabajo.

6.3 Tecnologías aplicadas a la reducción de accidentes laborales de tráfico:

La tarea de conductor profesional, tiene un riesgo inherente a sufrir accidentes laborales de tráfico, conocidos como accidentes *in itinere* y en misión.

Existen leyes laborales de trabajadores móviles, (*BOE-A-1995-21346 Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.*, s. f.) que son de aplicación a conductores profesionales que limitan las horas máximas de trabajo diario y reglamentos propios de transporte como es el Reglamento 561/2006, (*BOE.es - DOUE-L-2006-80632 Reglamento (CE) nº 561/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, relativo a la armonización de determinadas disposiciones en materia social en el sector de los transportes por carretera y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) nº 3821/85 y (CE) nº 2135/98 del Consejo y se deroga el Reglamento (CEE) nº 3820/85 del Consejo.*, s. f.) que regulan los tiempos de conducción y descanso de los conductores profesionales, manteniendo un continuo registro de sus actividades para velar por el cumplimiento real de este reglamento. No obstante, a pesar de lo bien regulado que está la profesión de conductor, no es menos cierto que al cabo del día, son muchas las horas que pasan detrás de un volante, manejando, en muchas ocasiones vehículos pesados que pueden alcanzar las 40 toneladas de masa máxima autorizada (MMA), o incluso podrían llegar a las 60 toneladas de MMA o más con la reciente regulación del vehículo euromodular (también conocido como megacamión) o, mayor aún, el duotrailer el cual podría llegar a medir más de 30 m y 70 toneladas de MMA.

Conscientes de los riesgos a los que están expuestos estos conductores y, por extensión el resto de usuarios de las vías públicas, la normativa europea toma cartas en el asunto y comienza a regular el equipamiento de seguridad mínimo que deberán incorporar los vehículos pesados en los próximos años.

6.3.1 Ayudas a la conducción de VEHÍCULOS PESADOS

Concretamente, para vehículos pesados, la normativa europea establece que serán obligatorios en homologación desde el pasado julio de 2022 y en venta a partir de julio de 2024 los siguientes dispositivos electrónicos de seguridad activa (o primaria):

- **Frenada de emergencia:**
 - Este dispositivo se activará para ayudar a detener el vehículo cuando el conductor no se ha percatado de un obstáculo en la vía o cuando realiza

una frenada, pero no aplica la intensidad adecuada sobre el freno para detener el vehículo antes del impacto.

- Este sistema se activará cuando se circule a velocidades superiores a 55 km/h o se active el ABS (sistema antibloqueo de ruedas).
- **Aviso de detección de usuarios en marcha atrás:**
 - Este dispositivo detecta a cualquier persona u objeto que se encuentre en la trayectoria del vehículo cuando realiza la marcha atrás y se encuentra en el ángulo muerto de visión del conductor. En ese caso, sin la ayuda de este dispositivo, podría existir un grave riesgo de atropello a los trabajadores (personal de almacén, por ejemplo) que se encuentren en las inmediaciones del camión o usuarios de la vía pública.
 - Este dispositivo avisa al conductor y podría, incluso, llegar a detener el vehículo ante la seria posibilidad de atropello o impacto.
- **Asistencia inteligente de velocidad:**
 - Este dispositivo mantiene la velocidad indicada por el conductor, pero se adecúa siempre a las condiciones de la vía, es decir, el vehículo circulará a la velocidad seleccionada siempre y cuando no exista riesgo de colisión. En ese momento mantendrá la distancia de seguridad con los vehículos que circulan delante reduciendo la velocidad si fuera necesario.
 - Este dispositivo (una evolución del control de crucero básico que se encuentra en el mercado desde hace dos décadas y que siempre mantenía la velocidad elegida independientemente de las condiciones de la vía) permite retrasar la aparición de la fatiga debido a que, el conductor, no tiene que estar permanentemente haciendo uso del acelerador y del freno, así como de elegir la marcha (caja de velocidades) correcta según las condiciones de la vía.
 - El dispositivo más avanzado se denomina *control de velocidad de crucero predictivo*. Permite al conductor escoger una velocidad de crucero y el propio sistema, conocedor de las condiciones de la vía (pendientes, curvas, señalización, etc.), y del peso del vehículo, mantendrá siempre una velocidad adecuada ignorando las indicaciones del conductor si ello supone un riesgo o un exceso de gasto de combustible.
- **Sistema de control de la presión de los neumáticos:**
 - La correcta presión de los neumáticos, implica una serie de ventajas muy importantes para la empresa desde un punto de vista económico porque permite ahorrar combustible y alargar el periodo de vida útil del neumático, pero, sin duda, la ventaja más importante de una presión correcta es que evitamos, en gran medida, el riesgo de reventón. Los neumáticos se ven sometidos a grandes esfuerzos y, si no tienen una

presión adecuada, el flanco comienza a calentarse porque el aire no es capaz de mantener la firmeza mínima necesaria y puede llegar a reventar.

- Este aspecto es muy conocido por los fabricantes y la equipación de este sistema, permite que el conductor conozca permanentemente la presión existente en cada uno de los neumáticos, pudiendo avisar mediante una alarma visual o sonora de la baja presión de algunos de sus neumáticos.
- El conductor debe estar bien formado para no obviar estos avisos porque un reventón en cualquiera de las ruedas motrices o del remolque y semirremolque puede suponer un accidente, aunque hay una posibilidad de que el vehículo pueda ser controlado con relativa seguridad, pero un reventón en una de las ruedas directrices supondría muy probablemente un accidente puesto que lo más común es perder el control total de vehículo.

- **Sistema de aviso de ángulo muerto:**

- Este sistema se implanta debido al enorme problema que existe con los vehículos pesados (camiones y autobuses) de la existencia de ángulos muertos durante la conducción.
- Independientemente de lo que la tecnología puede hacer para reducir el riesgo de accidente por ángulo muerto, la DGT comienza a recomendar señalización ubicada en los vehículos pesado advirtiendo de cuáles son los puntos muertos.
- Para paliar esta situación, los fabricantes equipan al vehículo con



Fuente: Imagen de elaboración propia

detectores de presencia y cámaras en los laterales y en la parte trasera. De este modo, cuando exista un obstáculo (vehículo, ciclista, peatón, edificio, etc.) en el ángulo muerto del conductor, este sistema le avisa con una indicación luminosa en el espejo retrovisor (aunque puede ir instalada en el tabique lateral frontal de la cabina) y se mantiene encendido mientras el obstáculo está presente en el ángulo muerto del conductor.

- Este sistema, en sus versiones más avanzadas, podría llegar a detener el vehículo si el conductor no se percata de los avisos luminosos y/o acústicos e inicia un desplazamiento lateral con grave riesgo de colisión.

- **Sistema de aviso de usuarios vulnerables antes de iniciar el movimiento:**
 - En el entorno de un almacén o área industrial, polígono, etc., es muy común la presencia de un gran número de trabajadores y, más común aún, que dichos trabajadores no se estén percatando de la presencia del vehículo, por lo que se pasan por delante, por detrás o los laterales.
 - Este sistema impide el movimiento del camión si existe riesgo de colisión. Hoy en día los vehículos industriales de mayor tamaño equipan espejos a ambos lados, con gran angular a ambos lados e, incluso, espejo frontal para evitar atropellos al iniciar la marcha. Debido a su gran altura, el conductor podría no percatarse de la presencia de un trabajador.
 - Este sistema evita, asimismo, los atropellos cuando el vehículo se encuentra circulando por las vías públicas. Una práctica común de muchos ciclistas (por ejemplo) en las ciudades es colocarse delante de un camión cuando está el semáforo en rojo. Estas personas, muchas veces, no son conscientes del riesgo al que se exponen porque dan por sentado que el conductor los ha visto y, una vez que se reanuda la circulación, el ciclista podría no percatarse y ser arrollado por el camión.
 - Para evitar este tipo de accidentes, existe, como ya indiqué anteriormente, un espejo frontal, eso sí, con riesgo de que el conductor no haga uso de este espejo. En ese momento este dispositivo intervendría para evitar el atropello.

- **Interfaz para sistema de bloqueo en caso de consumo de alcohol:**
 - Por toda la población, es bien conocido, el riesgo de conducir bajo los efectos del alcohol. Este riesgo se ve incrementado si se conduce un vehículo de grandes dimensiones y peso.
 - Este sistema, ya obligatorio en autobuses, se instala para obligar al conductor a realizar una prueba de alcohol mediante alcoholímetro, impidiendo el arranque del vehículo si detecta una cantidad de alcohol superior a 0,0 mg por litro de aire espirado.
 - Cabe destacar que la tasa de alcohol máxima permitida para conductores profesionales es de 0,15 mg por litro de aire espirado y que todavía en España no existe la tasa 0,0 mg por litro de aire espirado para ningún tipo de transporte, ni siquiera para cuando se realice transporte en autobús escolar o transportes de mercancías peligrosas. Las autoridades competentes ya empiezan a tomar medidas al respecto (insuficientes hasta ahora) implantando la obligación de la tasa de 0.0 mg por litro de aire espirado para los conductores menores de edad usuarios de bicicletas, ciclomotores, vehículos de movilidad personal, etc.
 - Legalmente la tasa máxima permitida por los conductores profesionales podría verse reducida 0,0 mg/L aire espirado, si así lo desea la empresa. Esta medida está siendo adoptada por muchas empresas de autobuses

donde exigen a los conductores una tasa de alcohol de 0,0 mg/L espirado para poder arrancar sus vehículos y poco a poco está llegando también al transporte de mercancías.

- **Detección de somnolencia y pérdida de atención del conductor:**

- La somnolencia, junto con el cansancio y la fatiga, es un riesgo al que están expuestos la mayoría de los conductores profesionales debido a los altos ritmos de trabajo al que están sometidos. Igualmente, habría que añadir jornadas de trabajo muchas veces interminables, trabajos nocturnos que pueden provocar fácilmente la aparición del sueño.
- Para evitar este riesgo, los conductores están bien formados y se les informa de que deben realizar descansos cada 2 horas, dar pequeños paseos e, incluso, dormir unos minutos antes de seguir con el viaje. Ahora bien, no es menos cierto que este tipo de actuaciones, muy pocas veces son tenidas en cuenta por la presión que las empresas ejercen sobre el conductor.
- Para intentar paliar este problema, los fabricantes diseñan un detector que mantiene una vigilancia constante sobre el conductor “atacando” diferentes campos. Por un lado, una cámara graba constantemente el rostro del conductor detectando síntomas de somnolencia como podría ser cerrar los ojos durante unos segundos (microsueños), cabeceos constantes, etc., y, por otro lado, unos sensores detectan la presión que está ejerciendo el conductor en el volante con ambas manos. Si el conductor deja de ejercer una presión mínima sobre el volante, o la cámara detecta somnolencia, este dispositivo avisa al conductor con una alarma sonora o vibraciones, bien en el volante o en el asiento.

A todas estas ayudas a la conducción presentes en los vehículos pesados, obligatorias por la Unión Europea, podríamos añadir una serie de ayudas a la conducción adicionales que contribuyen enormemente a reducir los riesgos de sufrir un accidente a los conductores de camión rígido y a los de vehículo articulado (trailer).

No todas las ayudas a la conducción van encaminadas a reducir o evitar accidentes por despistes o por el no cumplimiento de las normas de tráfico, así como por fatiga, cansancio o somnolencia.

Muchos accidentes laborales de conductores de camión vienen por la no observancia de algún punto clave en el procedimiento de trabajo a la hora de enganchar o desenganchar el remolque o el semirremolque o por algún tipo de defecto o fallo mecánico.

A continuación, se enumeran algunas de estas ayudas para reducir el riesgo de accidente laboral para los conductores de vehículos pesados destinados al transporte de mercancías:

OTRAS AYUDAS A LA CONDUCCIÓN PARA CAMIONES	
LWC: Comprueba y mantiene uniforme el desgaste de las pastillas de freno	Control de frenada entre el tractocamión y el semirremolque
Control de enganche del remolque	Sistema de secado de los discos de freno
Bloqueo electrónico del diferencial	Sistema antivuelco

6.3.2 Ayudas a la conducción para VEHÍCULOS LIGEROS:

Además de los vehículos pesados, conviene tener en cuenta qué nuevas tecnologías son obligatorias para los vehículos ligeros desde julio de 2022. De este tipo de ayudas se ven beneficiados toda la sociedad en general y, los trabajadores en particular.

A la hora de desplazarnos en nuestros vehículos, bien por motivos privados o laborales, estamos expuestos a sufrir un accidente de tráfico. Por ende, este riesgo de accidente está presente en muchos trabajadores que hacen uso de un vehículo cuando se desplazan de casa al trabajo o del trabajo a casa. En caso de sufrir un accidente, se le consideraría accidente *in itinere*, sería un accidente laboral de tráfico, es decir, se consideraría accidente laboral.

Este riesgo está presente en la gran mayoría de trabajadores que trabajan en almacenes o empresas de distribución, así como conductores profesionales debido a que este tipo de empresas suelen ubicarse a las afueras de las ciudades, en polígonos industriales donde es casi obligatorio desplazarse en vehículo propio, si no hay presencia de transporte público que sea compatible con los horarios laborales.

Asimismo, es muy común en este sector, trabajar con vehículos ligeros (camiones de hasta 3500 kg de MMA o furgones, furgonetas, vehículos mixtos o derivados de turismo, bien para realizar repartos en trayectos cortos como norma general o bien para realizar labores comerciales.

Si en cualquiera de estas circunstancias, el trabajador sufre un accidente de tráfico, sería un accidente en misión, es decir, accidente laboral.

Para tratar de reducir o eliminar este riesgo, cada año, se van equipando a los vehículos con ayudas a la conducción por iniciativa tanto de los fabricantes como de la Unión Europea que, poco a poco, va legislando sobre este tipo de medidas con diferentes paquetes, siendo el primero en julio de 2022 y se prevé otros paquetes de medidas de equipamiento obligatorio en vehículos ligeros para el verano de 2024 y 2025.

Estas medidas resultan muy beneficiosas para reducir la accidentalidad en la Unión Europea y, por consiguiente, reducir la siniestralidad laboral en cuanto a accidentes *in itinere* o en misión se refiere.

No obstante, no hay que perder de vista el consiguiente aumento del coste (para empresas y particulares) a la hora de adquirir vehículos nuevos, pero siempre con la mentalidad de que la prevención es una inversión y nunca un gasto.

A partir de julio de 2022, es decir, desde hace poco más de un año, se aprobó en la Unión Europea una serie de medidas tecnológicas obligatorias que deberían equipar todos los vehículos ligeros con la finalidad de reducir la siniestralidad:

AYUDAS A LA CONDUCCIÓN OBLIGATORIAS DESDE JULIO DE 2022	
Asistente de velocidad inteligente con reconocimiento de señales	Cámara trasera con detección de tráfico cruzado
Alerta con cambio involuntario de carril	Detector de fatiga y somnolencia
Sistema de frenada de emergencia	Alerta de cinturón para las plazas traseras
Preinstalación de alcoholímetro	Caja negra

En este mismo apartado, se detallarán algunas de estas ayudas, que como se puede observar, hay coincidencias con las ayudas requeridas para los vehículos pesados.

Este paquete de medidas viene a completar ayudas tecnológicas que ya eran obligatorias desde antes de julio de 2022:

AYUDAS OBLIGATORIAS DESDE ANTES DE 2022	
Airbags frontales	Sistema de control de presión de neumáticos
Anclajes isofix para sillas infantiles	Advertencia de cinturón no abrochado para el conductor
Sistema ABS	Control de estabilidad electrónico ESP
Sistema ecall de llamada de emergencia en caso de accidente	

Muchas de las tecnologías que se observan en la tabla anterior, ya se venían instalando en los vehículos desde mucho antes de 2022, es decir, los fabricantes ya equipaban estas ayudas a la conducción, se podría decir, de oficio. La novedad es que ahora, estas medidas vienen impuestas por una necesidad legal de equipar este tipo de ayudas para todos los vehículos nuevos (*BOE.es - DOUE-L-2019-81951 Reglamento (UE) 2019/2144 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de noviembre de 2019 relativo a los requisitos de homologación de tipo de los vehículos de motor y de sus remolques, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a esos vehículos, en lo que respecta a su seguridad general y a la protección de los ocupantes de los vehículos y de los usuarios vulnerables de la vía pública, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2018/858 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan los Reglamentos (CE) n° 78/2009, (CE) n° 79/2009 y (CE) n° 661/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo y los Reglamentos (CE) n° 631/2009, (UE) n° 406/2010, (UE) n° 672/2010, (UE) n° 1003/2010, (UE) n° 1005/2010, (UE) n° 1008/2010, (UE) n° 1009/2010, (UE) n° 19/2011, (UE) n° 109/2011, (UE) n° 458/2011, (UE) n° 65/2012, (UE) n° 130/2012, (UE) n° 347/2012, (UE) n° 351/2012, (UE) n° 1230/2012 y (UE) 2015/166 de la Comisión., s. f.*).

Como se mencionó anteriormente, lejos de terminar aquí, la Unión Europea prevé otro paquete de medidas obligatorias para 2024 y 2025 con ayudas tecnológicas a la conducción con el pleno convencimiento de llegar a un objetivo muy ambicioso: El balance total de muertos y accidentados graves en carretera será de cero para el año

2050. Dicho objetivo solo podría lograrse a través del desarrollo de nuevas tecnologías en los vehículos, infraestructuras y formación/concienciación de los conductores.

De entre las medidas, que la UE prevé implementar como obligatorias para los próximos años podemos enumerar las siguientes:

AYUDAS OBLIGATORIAS PARA 2024 Y 2025	
Control de crucero adaptativo	Asistencia de mantenimiento de carril
Control de descenso de pendientes	Aviso de colisión frontal
Asistencia ante colisión lateral	Aparcamiento asistido
Iluminación adaptativa	

Muchas de las ayudas a la conducción que instalan los vehículos ligeros son exactamente las mismas que equipan los vehículos pesados y que ya han sido detalladas en el apartado anterior.

A continuación, se detallan más ayudas a la conducción para vehículos ligeros que están llegando al mercado para reducir riesgos de accidentes de tráfico:

- **Alerta de tráfico cruzado trasero:**
 - Este sistema está indicado para evitar impactos contra otros vehículos cuando se inicia la marcha atrás desde un aparcamiento, por ejemplo.
 - Se debe tener la precaución de que este dispositivo avisa al conductor de la presencia de tráfico cruzado, llegando incluso a detener el vehículo, pero **no detecta objetos pequeños como peatones o ciclistas**.
 - Hay que considerar siempre que este tipo de ayudas son literalmente una ayuda y, en ningún caso, sustituye al conductor, el cual deberá estar frente al volante con un nivel de atención adecuado.
- **Caja negra:**
 - Al igual que ya ocurre en otros medios de transporte como el aéreo, en el transporte terrestre también es necesario la instalación de una caja negra que registre los últimos segundos antes de un accidente, así como unos segundos después del mismo.

- Este dispositivo ayudará enormemente a los fabricantes a seguir mejorando la seguridad de los vehículos.
- En principio, la caja negra será solo para uso exclusivo en materia de investigación y la información que registre será totalmente anónima y confidencial.
- **Aviso de salida de carril:**
 - Este dispositivo va leyendo continuamente las marcas viales de delimitación de carriles y avisará al conductor cuando se estén atravesando y el sistema detecta que se está haciendo de un modo involuntario, por ejemplo, si el conductor no hace uso de los indicadores de dirección para comunicar su intención de realizar un desplazamiento lateral.
 - Hay que señalar, que este dispositivo no impide que el conductor realice la maniobra, por lo que simplemente quedará en un aviso luminoso y/o sonoro.
 - Un avance de este sistema, ya impide al conductor realizar el desplazamiento lateral corrigiendo automáticamente el vehículo la trayectoria. Si el conductor, por motivos de seguridad (por ejemplo, esquivar un obstáculo, desea cruzar una marca vial de delimitación de carril sin hacer uso de intermitentes, podrá hacerlo superando ligeramente la resistencia que ofrece el volante a realizar esa maniobra.
 - Se debe tener especial precaución cuando las marcas viales no están bien marcadas o en condiciones meteorológicas adversas porque el sistema podría no funcionar correctamente. En la mayoría de los casos, el sistema es consciente de esta situación y desconecta por sí mismo esta ayuda, avisando a través de un marcador luminoso en el cuadro de instrumentos.
- **Señal de frenado de emergencia:**
 - El reglamento de circulación (*BOE-A-2003-23514 Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo., s. f.*) indica cómo comunicar a los vehículos que circulan por detrás el hecho de que vamos a realizar una frenada de emergencia; se debe realizar repetidos golpes de freno para lograr el parpadeo de luces de freno y advertir, de este modo, al conductor que va por detrás de que estamos reduciendo considerablemente nuestra velocidad incluso llegando a detenernos.

- Este dispositivo, realiza esta acción sin ayuda del conductor y en cuanto realicemos una frenada de emergencia emitirá un aviso luminoso en forma de señal de luces de freno parpadeantes dirigidas al vehículo que va detrás. De este modo, el conductor solo tiene que dedicarse a lo que realmente importa y es frenar a tiempo haciendo uso del pedal de freno a fondo (si equipa ABS) para lograr detener el vehículo lo antes posible.
- Muchos vehículos equipan desde hace décadas, el encendido automático del warning (las 4 luces intermitentes encendidas a la vez) para avisar de una frenada de emergencia.
- **Alerta del cinturón en las plazas traseras:**
 - Por increíble que parezca, todavía hoy en día, son muchas las personas en general y los trabajadores profesionales en particular que no hacen uso del cinturón de seguridad, incluso sabiendo que es obligatorio tanto en vías urbanas como interurbanas exceptuando situaciones muy particulares que vienen claramente indicadas en el reglamento de circulación.
 - Este sistema avisa al conductor si algún pasajero no hace uso del cinturón de seguridad, siendo en este caso, el pasajero el responsable de no utilizarlo correctamente (siempre que no se tratase de un menor).
- **Reconocimiento de señales de tráfico:**
 - Este dispositivo consta de una cámara que detecta las señales de tráfico mostrándolas en el cuadro al conductor por si no es consciente de dicha señal.
 - Esta ayuda a la conducción, da la opción de elegir al conductor la posibilidad de que, no solo reconozca la señales, sino de que las cumpla impidiendo caer en una infracción de tráfico y, como no debe ser de otro modo, tratar de evitar un posible accidente.
 - Se prevé que en un futuro la opción de habilitar (o no) el cumplimiento de estas señales desaparezca y directamente el conductor está obligado a cumplir todas y cada una de las señales de tráfico por las que se cruce.

Como se mencionó anteriormente, países de la Unión Europea se han marcado como objetivo la meta de cero muertos y heridos graves para el año 2050 dentro del marco VISION CERO que propuso la ONU, y a la que se ha sumado España.

Para lograr este objetivo, se requerirá seguir invirtiendo en este tipo de tecnologías, así como en mejorar las carreteras, reducir la velocidad máxima y aumentar la formación de los conductores. Todo ello, contribuirá en gran medida en reducir o eliminar la siniestralidad laboral en cuanto a accidentes *in itinere* o en misión se tratare.

6.4 Tecnologías aplicadas a la formación en materia de PRL:

El sector del transporte por carretera y la logística es un sector en el que están asociados un elevado número de riesgos con una alta tasa de siniestralidad. Por un lado, los riesgos de accidentes de tráfico como se ha mencionado en el apartado anterior y por otro lado la exposición a riesgos propios del trabajo en almacén y centros de distribución como pueden ser caídas a distinto y al mismo nivel, atropellos por maquinaria de almacén, cortes, sobreesfuerzos, incendios, exposición a sustancias tóxicas y/o corrosivas, etc.

Todo ello hace muy necesario que el trabajador cuente con la adecuada formación teórica y práctica suficiente y adecuada a cada puesto de trabajo (*Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.*, s. f.).

Dicha formación debe ser realizada cuando el trabajador se incorpora por primera vez a su puesto de trabajo para que sea plenamente conocedor de los riesgos a los que se expone y debe conocer cómo reducirlos o eliminarlos, así como de cuáles son las medidas preventivas adoptadas. Asimismo, será necesaria una formación adicional cuando cambien las condiciones de trabajo y el trabajador se vea expuesto a nuevos riesgos que desconocía como podría ser, por ejemplo, el uso de maquinaria nueva que llega al almacén. Por último, el trabajador debe realizar formaciones periódicas de reciclaje teóricas y prácticas (si así se considerase) para interiorizar los riesgos a los que está expuesto. La periodicidad de estas formaciones, serán adecuadas a los riesgos a los que el trabajador está expuesto y nunca deberían ser superiores a 5 años para garantizar que el trabajador es consciente de los riesgos en todo momento.

Hasta hace pocos años, siempre que se realizaban formaciones en materia de prevención de riesgos laborales, constaban principalmente de una gran carga teórica y una escasa o inexistente formación práctica. Esto poco a poco fue cambiando con los años y cada vez se realizan formaciones con más carga práctica (siempre que se considere necesario este tipo de formación).

A la hora de realizar formación práctica en materia de prevención de riesgos laborales, se requiere que el centro donde se imparte la formación cuente con las instalaciones y los equipos necesarios. Podría darse el caso de que el centro donde se pretende impartir la formación no posea los equipos o las instalaciones adecuadas para realizar la formación práctica con la calidad suficiente y necesitará subcontratar estos servicios o alquilar los equipos o instalaciones para poder impartir la formación con las garantías necesarias.

Independientemente de si el centro dispone de equipo e instalaciones o necesita contratar estos recursos, lo que sí supone para el empresario es un sobrecoste que muchas veces no está dispuesto a asumir y opta por la opción menos conveniente, es decir, impartir una formación teórica de manera exclusiva sin aplicar correctamente la

Ley de Prevención de Riesgos Laborales que exige formación práctica cuando fuese necesario.

A todo ello, hay que añadir que la formación práctica en materia de prevención de riesgos laborales, en ocasiones no es todo lo adecuada que se desea porque una parte principal de muchos ejercicios prácticos es la concienciación del trabajador de los riesgos que asume en su puesto de trabajo. Esta concienciación, es mucho más efectiva cuando el trabajador experimenta en primera persona de un modo realista el riesgo al que se expone o incluso podría experimentar en cabeza propia cómo es sufrir un accidente y qué consecuencias tiene sin temor a sufrir ningún tipo de daño.

Por razones obvias, este tipo de formación no se puede hacer en una situación real, ni tampoco es conveniente exponer al trabajador a riesgos que, incluso podrían acercarse a una situación de accidente inminente.

Por todo esto, debido al gran avance tecnológico experimentado en la última década, es posible realizar prácticas en materia de prevención exponiendo al alumno a situaciones de riesgo “reales” donde podrán experimentar en primera persona lo que es enfrentarse al peligro; por ejemplo, un incendio bajo una situación de estrés cuando se está quemando una nave industrial, almacén, cocina, etc., así como experimentar qué se siente al sufrir un atropello de una carretilla frontal contrapesada, caerse de una plataforma elevadora móvil de personal o enfrentarse a una pérdida de adherencia por placa de hielo cuando conducimos un camión trailer, todo ello sin sufrir ningún tipo de daño gracias a tecnologías avanzadas como la realidad virtual o los simuladores de alto nivel.

Por medio de la realidad virtual, los alumnos/trabajadores podrán realizar toda clase de ejercicios sin ningún tipo de riesgo para su salud, como maniobras de reanimación cardiopulmonar, primeros auxilios, apagar incendios, etc.

Estos tipos de actividades están en constante expansión y poco a poco las empresas especializadas en desarrollar esta tecnología sacan al mercado ejercicios que simulan más procedimientos, situaciones de riesgos, accidentes, emergencias, etc.

Este TFM se centra en la aplicación de avances tecnológicos en el sector del transporte terrestre y la logística, por lo que dado el amplio abanico de posibilidades que ofrece esta tecnología, se centrará solo en qué pueden hacer estas técnicas para entrenar a los trabajadores en los principales riesgos a los que están expuestos, tanto en trabajos de almacén y distribución como en trabajos de conducción de vehículos pesados.

6.4.1 Formación práctica con uso de Realidad Virtual:

Este tipo de formación permite al instructor o formador entrenar a los trabajadores en situaciones de alto riesgo en un entorno seguro.

Esta tecnología requiere de una potente computadora (deseable que sea un equipo portátil para poder llevar la formación a cualquier centro o instalación), unos mandos (deseable que sean dos mandos) que permitirán al operador trabajar con ambas manos, las cuales se utilizarán para desplazarse dentro del recinto de la simulación de realidad virtual, así como para coger y soltar objetos, pulsar botones, utilizar equipos, colocarse los EPI, etc. Por último, el equipo cuenta con unas gafas de realidad virtual que sumergen al alumno en un entorno realista para realizar la práctica.



Fuente: Imagen de elaboración propia

Como se puede ver en la imagen, el equipo se transportaría en un maletín acolchado para protegerlo de golpes. Adicionalmente, para hacer la actividad más inclusiva sería deseable contar con la ayuda de un proyector que permita a los demás alumnos participar en la formación junto con el compañero que se encuentra dentro de la simulación. Los demás alumnos verán lo que el operador está realizando y seguirán con atención las instrucciones del formador y el grado de cumplimiento de las indicaciones dadas.

Cabe destacar que el alumno se desplazará por el interior de la simulación con la ayuda de los mandos (como se dijo anteriormente) por lo que será necesario un espacio de unos 4 m² como máximo para que pueda dar pequeños pasos hacia adelante, hacia atrás y hacia los lados, así como poder girarse. Con este espacio es más que suficiente para realizar la práctica con seguridad, porque el alumno tendrá la opción de

desplazarse decenas o centenares de metros (si la simulación lo permite) sin dar siquiera un solo paso real.

El instructor tiene la opción (sería lo más recomendable) de delimitar la zona de trabajo para ajustarse al espacio real disponible. De este modo, una vez configurado, el alumno recibirá un aviso visual si pretendiese salir de la zona segura. Lo que experimentaría sería una cortina semitransparente que le avisaría que no puede seguir dando pasos en esa dirección y debería retroceder.

Para mayor seguridad, el instructor estará siempre cerca del alumno para guiarle e impedir que se golpee contra algún objeto próximo (sillas, mesas, ventanas) o pared. Si el alumno está en riesgo de golpearse, el instructor deberá guiarlo hasta una zona segura para continuar con el ejercicio.

A su vez, los demás alumnos ya comienzan a realizar la formación, puesto que están experimentando en cabeza ajena los procedimientos correctos que tienen que realizar e interiorizar para realizar el ejercicio correctamente. Cuando les llega el turno de entrar en la simulación, ya llevan el procedimiento parcialmente interiorizado de tal modo que según va avanzando la clase, los alumnos van cometiendo cada vez menos errores.

El ejercicio se puede repetir tantas veces como sea necesario hasta que el alumno haya interiorizado la manera correcta de realizar la práctica y, de este modo adquirir memoria muscular para que pueda ponerla en práctica en su puesto de trabajo.

Conociendo cómo funciona este tipo de tecnología y las posibilidades que presenta, conviene conocer qué tipo de ejercicios ofrece la realidad virtual para mejorar la formación de los trabajadores del sector del transporte y la logística.

Este tipo de formación, requiere en primer lugar de una formación teórica de duración adecuada con la finalidad de formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos, así como de las medidas preventivas adoptadas. Cuando estén correctamente formados a nivel teórico, estarán listos para enfrentarse a las diferentes situaciones en las que se enfrentarán durante la práctica con realidad virtual.

En algunas ocasiones la práctica con realidad virtual consistirá en dejar libremente al alumno para que interactúe con el entorno y vaya detectando riesgos que podrán ser físicos, químicos o biológicos.

En la mayoría de las simulaciones con realidad virtual, se comienza en una sala donde se invita al trabajador a escoger los EPI que considera que serán necesarios para realizar sus tareas. Si no escoge adecuadamente o de un modo insuficiente, al final del ejercicio se indicará como un fallo en un listado definitivo donde se exponen los aciertos y los errores cometidos a lo largo de la práctica.

De este modo, el formador puede realizar un seguimiento bastante fiable del grado de asimilación de la formación, puesto que puede ir registrando los aciertos y fallos durante el primer intento, así como los aciertos y fallos durante el último intento. Con estos registros se constata, de un modo objetivo, el progreso que ha realizado el alumno.

Este tipo de formaciones con realidad virtual, permite un alto grado de asimilación porque el alumno es plenamente consciente de cada uno de los aciertos y errores cometidos y siempre tratan de mejorar su puntuación con cada uno de los intentos. A su vez, serán testigos del progreso de los demás compañeros y sirve, en gran medida, de apoyo para reforzar los conocimientos aprendiendo en cabeza ajena y aplicando lo asimilado cuando les llega su turno.

El formador, puede presentar un informe final con la evolución de cada uno de los alumnos y su grado de asimilación.

En otras ocasiones, la simulación invita al alumno a enfrentarse a algunos de los riesgos, no sin antes dar la opción de protegerse adecuadamente. Por ejemplo, invita a coger un cúter o una caja con la opción de poner guantes o no. En caso de no hacerlo, queda patente el riesgo de sufrir un corte. En este tipo de ocasiones, podría llegarse a cortar la mano y el trabajador experimenta ese corte porque al mirarse a la mano la ve completamente ensangrentada.

En otro tipo de ejercicios, la simulación solo invita al alumno/trabajador a ser testigo de un accidente que está a punto de ocurrir en el centro sin que pueda hacer nada para evitarlo.

Por ejemplo, puede ser testigo del atropello de un compañero de trabajo por una carretilla retráctil o la caída de otro compañero de una plataforma elevadora y cómo éste podría llegar a fallecer. Este tipo de ejercicios, y más cuando lo experimentan en primera persona, como se verá más adelante, es uno de los grandes puntos fuertes de este tipo de tecnología por el alto grado de sensibilización que se alcanza que, de otro modo, en un caso práctico real hubiese sido imposible experimentar.



Fuente: Imagen de elaboración propia

A la hora de seleccionar un ejercicio adecuado a los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, conviene conocer bien cuáles son esos riesgos. Como se pudo ver en el apartado 6.2 de este trabajo, existen una serie de riesgos que son susceptibles de realizar prácticas con realidad virtual para completar la formación en materia de

prevención de riesgos laborales:

- **Riesgos logísticos:**

- Con este tipo de simulación se pretende someter al alumno a un amplio abanico de riesgos presentes en un almacén.
- El alumno se deberá pasear por todo el almacén siguiendo las instrucciones del formador y detectar riesgos físicos, químicos o biológicos que puedan estar presente en el lugar de trabajo.
- Cuando se percata del riesgo existente, por ejemplo botellas de productos químicos sin etiquetar o en recipientes que no son los adecuados, manchas de aceite en el suelo, paso de carretillas por el espacio reservado a peatones, compañeros trabajando sin ningún tipo de EPI, cogiendo carga manual con la postura incorrecta, etc., el alumno deberá detectarlo y señalarlo (generalmente con un puntero LASER que habilita la propia simulación) y quedará registrado, así como todos aquellos riesgos de cualquier tipo que el alumno no ha detectado.
- Al final de la simulación se mostrará un informe, a modo de resumen, con todos los aciertos y fallos que han tenido durante el ejercicio.
- Esta simulación es muy completa porque reúne gran parte de los riesgos a los que se expone el trabajador y de un modo general, aunque como se verá a continuación, el alumno se puede exponer a algunos de estos riesgos con una simulación propia.

- **Riesgos carretillas elevadoras:**

- En los almacenes, se podría decir que la máquina por excelencia. El puesto de operador de carretilla elevadora es uno de los puestos con más demanda a la hora de buscar personal. Prácticamente no existe almacén de mediano o gran tamaño en España (o en el mundo) que no requiera el uso de una o varias carretillas elevadoras.
- Con esta simulación, generalmente los alumnos pueden exponerse al riesgo desde varios puntos de vista, es decir, como operadores de la máquina o como personal que no está operando la carretilla en ese momento, pero sí está trabajando en sus proximidades.
- En un entorno de carretilla elevadora hay una serie de riesgos físicos que podrían tener consecuencias muy graves si se llegase a producir el accidente, como podría ser el atropello, aplastamiento o vuelco de la máquina. En este entorno, es indispensable la buena formación del operador de carretilla, así como la del personal que va a interactuar con ellas y que comparten el espacio de trabajo.
- Cuando el operador de carretilla realiza la simulación encima de la máquina puede experimentar en primera persona un vuelco, atropello o

desplome de la estantería, cayéndole encima. Todas estas situaciones, en un entorno de realidad virtual puede llegar a sorprender bastante al alumno, hasta el punto de que el formador debería estar bastante pendiente porque intentarán saltar de la carretilla, correr o incluso gritar.

- Como se viene diciendo anteriormente (puesto que es el aspecto más positivo de este tipo de tecnología) estas situaciones nunca se podrían experimentar en primera persona sin que las consecuencias fueran más graves puesto que se estaría experimentando un accidente real.

- **Extinción de incendios:**

- Otra posibilidad más que ofrece la realidad virtual es la de ofrecer al alumno/trabajador formación transversal en materia de prevención de riesgos laborales.
- En un curso de prevención de riesgos de almacén, se puede plantear la posibilidad de utilizar extintores y apagar cualquier tipo de incendio, clase A, B o C principalmente.
- En la gran mayoría de cursos de prevención en almacenes, el curso recibe unas nociones teóricas de cuáles son sus riesgos, y apenas recibe formación práctica.
- Muchas empresas de formación, sólo usan extintores cuando el cliente solicita, de un modo expreso, realizar un curso de extinción de incendios. De otro modo, en cualquier otro tipo de formación, se ve como excesivo, se iría fuera de tiempo y presupuesto.
- Con la llegada de la realidad virtual, se abre un nuevo camino para cambiar lo que se venía haciendo hasta ahora. Hoy en día, con la ayuda de esta tecnología, el formador puede introducir formación en extinción de incendios prácticamente en todos los cursos de formación en materia de prevención, por ejemplo, en un curso de personal de almacén, de industria química, de oficina, operadores de carretillas, de puente grúa, etc.
- Las posibilidades que ofrece este tipo de formación se ajustan muchísimo a la realidad. El alumno puede apagar cualquier tipo de incendio que



Fuente: Imagen de elaboración propia

pueda encontrar en su puesto de trabajo, cogiendo literalmente un extintor (diseñado expresamente para este tipo de ejercicios).

- Se trataría de seguir un protocolo, previamente establecido en la clase teórica (coger el extintor, comprobar la presión, disparo de prueba, etc.) y tras finalizar el ejercicio, se presenta un informe con todos los aciertos y errores, de modo que el formador (al igual que el alumno) puede realizar un seguimiento del grado de asimilación de los conocimientos.
- En este tipo de ejercicios permiten que el alumno adquiera **memoria muscular** para poder realizar los movimientos correctos y las acciones necesarias en un momento de gran estrés, como puede ser apagar un conato de incendio, sin cometer errores y, lo más importante, sin sufrir ningún tipo de daño a su salud a la hora de extinguir el incendio.

- **Plataformas elevadoras:**

- La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es un tipo de máquina móvil muy sensible donde cualquier accidente podría ser letal para el operador o el personal que trabaje junto a este tipo de máquinas.
- Según indica el RD 1215/1997 (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, 1997), este tipo de máquina requiere, entre muchos más requerimientos, el equipamiento de dispositivos que alerten al operador ante la posibilidad de vuelco. Esta posibilidad es muy real y, en ocasiones, los operadores pueden llegar a manipular estos dispositivos (inclinómetros, por ejemplo) para permitir realizar determinadas tareas que, de otro modo, no podrían haber realizado.
- Por mucho que en un curso de formación se haga hincapié sobre el riesgo real de vuelco y las consecuencias fatales que podría conllevar, no es hasta que experimentan en cabeza propia esta situación cuando empiezan a tener conciencia real de las consecuencias.
- La realidad virtual es una herramienta que permite al trabajador experimentar un vuelco de una plataforma elevadora o la caída de la cesta desde alturas superiores a los 12 metros. En este tipo de situaciones, el formador debe avisar del impacto emocional que podrían llegar a sufrir y aconsejar no realizar esta prueba a personal sensible porque el impacto y la sensación de caída es real. Los formadores, en todo momento deben estar cerca del alumno porque se llevan un sobresalto elevado.
- No cabe enumerar el tipo de ejercicios que esta herramienta ofrece porque serían los mismos que podemos encontrar para la formación de operador de carretillas elevadoras.

- **Seguridad vial:**
 - Esta formación permite a los trabajadores a concienciarse de las consecuencias fatales que podrían sufrir si experimentan un accidente *in itinere* o en misión.
 - En la simulación experimentan accidentes de tráfico, atropellos, en primera persona o en tercera persona. Todo ello derivado de una conducción irracional e irresponsable.
 - Da la oportunidad al alumno de conducir cumpliendo la normativa y realizando una conducción responsable. Haciendo hincapié en las consecuencias derivadas de la buena o mala actitud al volante.

- **Formaciones adicionales:**
 - La realidad virtual ofrece un amplio abanico de formaciones que podrían ser de utilidad en determinadas situaciones para el sector del transporte terrestre y la logística como podrían ser las siguientes:
 - Primeros auxilios.
 - Reanimación cardio pulmonar.
 - Prevención de accidentes en manos.
 - Uso correcto de bocas de incendio equipadas.
 - Trabajos en altura.
 - Puente grúa.
 - Ergonomía postural.
 - Trabajos en altura.
 - Espacios confinados.
 - Y muchos más... El abanico de posibilidades crece continuamente y, en materia de prevención de riesgos laborales, se podría decir que este tipo de tecnología ha llegado para quedarse.
 - La obligación del formador en prevención de riesgos laborales es estar al día con todas las nuevas tecnologías que están emergiendo en materia de prevención y adaptarse a los nuevos tiempos que llegan en cuando a formación se refiere.
 - Cada día, la realidad virtual es más demandada por las empresas y los trabajadores autónomos como una buena alternativa a los medios convencionales.
 - En la actualidad, se presentan como la única alternativa para poder realizar ejercicios peligrosos para el trabajador sin sufrir ningún tipo de daño y que, a nivel de sensibilización, garantiza unos buenos resultados para complementar la formación teórica recibida.

6.4.2 Simuladores de alto nivel:

Los conductores de vehículos pesados, como pueden ser camiones rígidos o vehículos articulados, son profesionales con una alta cualificación. Para manejar este tipo de vehículos pesados se requiere la obtención de autorización administrativa que emite la Dirección General de Tráfico (competencia del Ministerio del Interior) en forma de carné de conducir que va desde el C1 para conducir vehículos con más de 3500 kg de MMA hasta el carné C+E que permite conducir vehículos pesados con remolque pesado sin ningún tipo de limitación de masa. Todos ellos hasta 9 plazas homologadas como máximo incluido el conductor.

Independientemente de contar con la autorización administrativa, la Unión Europea aprobó la Directiva 2003/59/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de julio de 2003, relativa a la cualificación inicial que requieren los conductores profesionales para ejercer la profesión. Esta formación deberá ser renovada cada 5 años a modo de formación continua.

El Ministerio de Transporte y Movilidad Urbana transpuso esta Directiva Europea en un Real Decreto 284/2021 (Real Decreto 284/2021, de 20 de abril, por el que se regula la cualificación inicial y la formación continua de los conductores de determinados vehículos destinados al transporte por carretera y por el que se modifica el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres, aprobado por el Real Decreto 1211/1990, de 28 de septiembre, 2021) por el que se regula esta Directiva en España.

Viene tras la necesidad de incrementar la formación de los conductores profesionales a nivel teórico y práctico. Cabe destacar, que en dicho RD 284/2021 se menciona de manera expresa la posibilidad de formar a los conductores profesionales a nivel práctico con horas de conducción real impartidas por centros de formación homologados, así como la posibilidad de que esa formación práctica sea impartida a través de **simuladores de alto nivel**.

Esta tecnología, lleva ya varios años en el mercado y es capaz, como se detalla a continuación, de dar formación práctica a los conductores como si se tratara del manejo de un vehículo real, pero sin exponer al alumno a ningún tipo de riesgo.

Cabe destacar cómo los Organismos Oficiales, ponen en valor este tipo de formaciones virtuales y cómo se adaptan a los nuevos tiempos contemplando de un modo expreso la posibilidad de usar estos equipos para alcanzar los objetivos de formación adecuada a los conductores profesionales de la Unión Europea.

Independientemente de la posibilidad de usar esta tecnología en las formaciones obligatorias a las que se tienen que ver sometidos los conductores profesionales de transporte de mercancías (formación análoga existe para los conductores profesionales

de transporte de viajeros), son muchas las empresas que consideran oportuno este tipo de formaciones.



Cada día más, las grandes empresas con importantes flotas someten a sus conductores a formaciones periódicas con simuladores de alto nivel.

Las empresas son conscientes de las graves consecuencias que puede acarrear un accidente con un vehículo pesado que, generalmente alcanza las 40 toneladas de MMA.

Fuente: Imagen de elaboración propia

La conducción de este tipo de vehículos por las carreteras españolas, podría comprometer la seguridad del propio conductor, de todos los usuarios de la vía, del vehículo y de la carga. Para minimizar o reducir el riesgo de accidente, las empresas (principalmente grandes empresas) dedican muchas horas de formación con este tipo de simuladores de alto nivel donde el conductor llevará un vehículo de características prácticamente idénticas a las de los vehículos que manejará en su empresa y se expondrá a todo tipo de condiciones adversas sin sufrir ningún daño a su salud.

Pero, ¿cómo funciona este tipo de equipo? ¿Qué resultados se esperan obtener al terminar la formación? Estas son algunas de las preguntas que se van a responder para dar visibilidad a este tipo de formación.

Los simuladores de alto nivel, tienen la ventaja de que pueden ser instalados en diferentes localizaciones según los intereses del centro de formación que imparte los cursos de prevención. Localizaciones móviles que van desde una furgoneta o en el semirremolque de un vehículo articulado hasta localizaciones permanentes en las aulas del propio centro de formación.

Principalmente, en el sector del transporte de mercancías, se utilizan simuladores móviles para poder llegar a cualquier punto de España y empresa que lo requiera y evitar que el conductor tenga que desplazarse a los centros que disponen de esta tecnología con el riesgo de que las empresas descarten la formación por incompatibilidad con los tiempos (siempre ajustados) que se manejan en el sector del transporte de mercancías.

Las principales empresas que requieren este tipo de formaciones son empresas dedicadas al transporte de mercancías peligrosas donde un accidente con un vehículo que transporta estas mercancías (combustibles fósiles, ácidos, corrosivos, etc.) agravaría los daños producidos en comparación con vehículos que no transportan mercancías peligrosas. Estos conductores pueden transportar, por ejemplo, más de 20 mil litros de gasolina.

Un simulador de conducción de alto nivel, equipa todos los elementos necesarios para conducir un camión. Se trata de recrear lo más fielmente posible lo que sería estar a los mandos de este tipo de vehículos. El alumno tendrá a su disposición un volante, palanca de cambios, conmutador de luces, direccionales, retárder, palanca de freno de estacionamiento, acelerador, freno de servicio, cuadro de instrumentos, asiento ajustable con vibración y cinturón de seguridad. Todo ello con la ayuda de varias pantallas de gran tamaño que permitirán al conductor introducirse en la simulación contando con visión frontal y lateral con ayuda de espejos retrovisores.

Este tipo de formación requiere, además de instalaciones adecuadas para poder dar al alumno una formación teórica (siempre necesaria en formación preventiva), las cuales constan de asientos para los alumnos, mesa del formador para el ordenador con el que controlará la simulación y dispositivo de proyección o pantalla de televisión panorámica.

El tipo de simulación que se ven en las imágenes, estaría instalado dentro de un semirremolque con dos salas independientes.



Fuente: Imagen de elaboración propia

Después de una formación teórica, los alumnos pasarían de uno en uno a la sala de simulación, donde una vez acomodados en el asiento, comenzaría el ejercicio. El alumno iría recibiendo instrucciones a través de un altavoz desde la sala de formación teórica donde el formador cuenta con un micrófono y poder comunicarse. Para hacer la experiencia más inmersiva para el resto de alumnos/trabajadores, pueden ver a través de la pantalla lo que el compañero está realizando.

El formador puede ir cambiando las vistas en la pantalla para poder experimentar la conducción de su compañero en primera persona, vista cenital, frontal, lateral y trasera con la finalidad de visualizar mejor el entorno al que está siendo sometido e, incluso, anticipar el riesgo (peatón, placa de hielo, animal, etc.) que el formador va a introducir al alumno en el circuito fijado.

Este tipo de formaciones pueden exponer al conductor a una conducción con innumerables riesgos, desde condiciones climatológicas muy adversas, placas de hielo, viento, lluvia muy intensa, etc., hasta provocar conductas extrañas e imprevisibles en los demás vehículos para ver cómo reacciona el conductor, desde que se le crucen delante, frenen repentinamente, vengan de frente en sentido contrario, etc.

Al igual que ocurre con la formación de realidad virtual, este tipo de simuladores registran los fallos o errores cometidos por el conductor como, por ejemplo, no mantener distancia de seguridad adecuada, uso indebido del acelerador, freno de servicio, retárder (ralentizador auxiliar), etc. Estos registros son de gran utilidad para el formador puesto que puede ver el grado de asimilación de la formación teórica recibida. Incluso ir más allá y realizar seguimiento a los conductores sometiéndoles a este tipo de conducción antes y después de la jornada laboral para evaluar el grado de fatiga al que se ven sometidos en un día de trabajo. El grado de fatiga quedaría reflejada en la sensible variación del porcentaje de errores cometidos antes y después de la jornada laboral. Información de relevancia a su vez para las empresas y ajustar rutas, tiempos de trabajo, carga laboral, etc., y reducir el riesgo de accidente.

Como se puede observar, con estos avances se pueden realizar pruebas y ensayos que van más allá de la propia formación clásica en materia de prevención de riesgos laborales.

Hoy en día, esta formación se aplica en muchos más ámbitos en materia de seguridad vial. En el IX Congreso Internacional de Salud Laboral y Prevención de Riesgos («IX CONGRESO INTERNACIONAL SALUD LABORAL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS SESST», s. f.) se pudo presentar una campaña de realidad virtual para usuarios de motocicletas para reducir la siniestralidad laboral *in itinere* y poco a poco está más al alcance de cualquier persona que desee formarse a título particular en seguridad vial.

6.5 Otras tecnologías al servicio de la prevención de riesgos laborales:

En la senda para reducir o eliminar los riesgos en los puestos de trabajo, muchas empresas están implementando nuevas tecnologías que van más allá de la utilizada para la formación de los trabajadores como hemos visto en el caso de la realidad virtual o el uso de simuladores de alto nivel.

Concretamente, en el sector de la logística, entre otros, donde el uso de carretillas elevadoras es indispensable para el correcto desempeño de las funciones básicas como mover o apilar cargas, así como cargar o descargar camiones, se está desarrollando nuevas tecnologías para evitar el atropello (uno de los principales riesgos asociados a este tipo de maquinaria). Este sistema antiatropello consta de tecnología de banda ancha con emisores y receptores tanto en las carretillas como en los trabajadores que van a pie en el entorno de la carretilla.

El sistema detecta la presencia y avisaría en tiempo real mediante alertas tanto a operador como peatón del riesgo inminente de atropello. Es totalmente configurable para ajustar la distancia a la que se requiere que salten los avisos, así como la opción de detener complemente la máquina si el riesgo de atropello es real.

Asimismo, se puede contar con un amplio abanico de posibilidades a la hora de instalar señalización luminosa en las carretillas que incrementen su visibilidad, así como que faciliten la posibilidad de marcar una zona de trabajo que pertenece al operador de carretilla y delimitar el área que ningún peatón podrá traspasar.

Otro avance, conocido como *sistema de zona de seguridad*, consta de unas luces LED que permanentemente proyectan el área de trabajo de la carretilla. Otras opciones, más extendidas en el mercado es la proyección sobre el suelo, por delante y por detrás de luces LED que avisarían a los peatones de la presencia de una carretilla en zonas de cruces de pasillos donde una carretilla podría aparecer repentinamente y provocar un accidente por atropello.

6.6 Análisis DAFO para formación con realidad virtual:

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Practicar sin sufrir daños desde cualquier centro de trabajo. 2. Amplio abanico de riesgos. 3. Practicar divirtiéndote. 4. Entrega de informes. 5. Adecuado seguimiento del grado de asimilación. 6. Adquirir memoria muscular. 7. Alto grado de concienciación. 8. Rápido aprendizaje. 9. Cuenta con el respaldo de organismos públicos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poco conocimiento por parte de las empresas. 2. Equipos de alto valor económico. 3. En ocasiones requiere una subscripción mensual o anual para seguir disfrutando de los servicios. 4. Permite conocer los riesgos adecuadamente, pero en ocasiones no facilita el aprendizaje para el manejo correcto de una máquina.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Impartir formación con los últimos avances ayuda a mejorar la imagen de la empresa. 2. Centros de formación: Abrir el abanico a un número mayor de clientes. 3. Hacer más atractiva la oferta de formación. 4. Impartir formación en ubicaciones remotas (medio rural) donde no hay fácil acceso a maquinaria. 5. Amplio desarrollo con la ayuda de IA en la próxima década. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Susceptible de rechazo por parte de empresas ante la primera oportunidad de utilizar estos equipos. 2. La situación económica de España dificulta justificar el gasto. 3. La prevención se sigue viendo (en algunas empresas) como un gasto y no como una inversión.

La tabla muestra cuáles son las fortalezas y debilidades que presenta la formación en prevención con el uso de realidad virtual. No obstante, aunque no está exenta de debilidades y amenazas, esta formación tiene muchos puntos fuertes y lo más importante, mucho margen de mejora. Se puede decir que estamos ante el comienzo de una nueva forma de hacer prevención.

7 CONCLUSIONES

El sector del transporte por carretera y la logística es un sector en constante crecimiento. La demanda de estos servicios con el auge de la era de internet, hace que se requiera de la colaboración de cada vez más personal; La innovación en tecnología e infraestructura dará respuesta a estos requerimientos, lo cuales crecen de la mano de estos cambios.

Tanto los cambios como el crecimiento ponen de manifiesto la necesidad de conocer perfectamente los riesgos asociados a todos los puestos de trabajo en este sector en general y cuáles son las medidas preventivas a adoptar.

Este Trabajo Fin de Máster tiene unos objetivos clave que, resumiendo, no son otros que poner en valor el auge de las nuevas tecnologías de las que se puede servir el sector para evitar o reducir los riesgos inherentes en los puestos de trabajo, concretamente se centra en el personal de almacén y conductor profesional puesto que son los puestos más susceptibles de sufrir accidentes graves o muy graves.

Este TFM permite que el lector conozca los principales avances en tecnología que pueden equipar los vehículos para evitar accidentes y reducir la siniestralidad laboral de tráfico. Conocer qué normativas legales les aplica y qué compromiso existe en la Unión Europea al respecto.

Asimismo, se le otorga una importancia capital a la formación de los trabajadores y cómo la realidad virtual tiene mucho que decir, remarcando como principal aliciente la mayor toma de conciencia de los trabajadores/alumnos de los riesgos a los que están expuestos. La técnica permite que el trabajador experimente en primera persona un atropello, un vuelco, un corte, una caída desde varios metros de altura, una quemadura, etc. El grado de asimilación va un nivel más allá que si sometiésemos al trabajador a una formación teórica y práctica estándar.

Este tipo de tecnologías también permite realizar un seguimiento mucho más eficaz del grado de aprendizaje del alumno por parte de empresas y centros de formación, así como de los efectos (fatiga, cansancio, tiempos de reacción, distracciones, etc.) que provocan en el trabajador después de una jornada de trabajo.

Con ayuda de estos informes se pueden tomar medidas adicionales a la hora de prevenir o reducir accidentes.

Además, se exponen nuevas tecnologías que ya están en el mercado plenamente implantadas, así como otras que están empezando o que están en desarrollo.

Adquirir nuevos vehículos con un alto grado de equipamiento en seguridad activa y pasiva supone un coste adicional a las que las empresas se tienen que enfrentar en

función del número de vehículos que se requieran para el correcto desempeño de sus funciones. Por encima del coste, lo que queda patente es que es una buena estrategia para invertir en seguridad y reducir los accidentes laborales de tráfico. Las grandes empresas son las más propensas a este desembolso dado el alto volumen de vehículos (algunas empresas en España cuentan con flotas de más de 3000 camiones) puesto que supone a medio-largo plazo un ahorro energético en combustible gracias a las nuevas motorizaciones y tecnología en materia de conducción eficiente. Últimamente, se tiende a llamar a la conducción eficiente como **conducción racional**. Mucho más ajustada a la realidad. Realizar este tipo de conducción, con mucha anticipación, buenas condiciones físicas y mentales, así como con las últimas tecnologías, permiten que además del beneficio económico en ahorro de combustible, se reduzcan considerablemente los accidentes. Tecnología y humano colaboran en realizar este tipo de conducción eficiente y defensiva.

Desde un punto de vista más modesto, las empresas más pequeñas “apurán” al máximo los vehículos que ya tienen en propiedad para evitar el desembolso que supone un vehículo industrial. Esto no quiere decir ni mucho menos que tengan que renunciar a las nuevas tecnologías en materia de prevención. La adquisición de equipos de realidad virtual, aunque son de precios elevados, sí que están al alcance de cualquier empresa que ponga en valor este tipo de formaciones o siempre pondrá contar con los servicios de centros de formación que dispongan de estos avances.

El análisis DAFO deja de manifiesto que la formación con realidad aumentada tiene mucho presente y futuro. Con mucho camino por recorrer, eso sí, pero un camino cargado de optimismo.

Queda de manifiesto el compromiso de la sociedad con la innovación en materia de PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

8 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La próxima década se presenta como el punto de inflexión en el desarrollo tecnológico. La humanidad está a punto de experimentar una nueva “revolución industrial” donde las tecnologías al servicio de las empresas en general y de la prevención de riesgos en particular serán protagonistas absolutas en el mercado laboral.

La llegada del uso de drones (*Folleto*, s. f.-a), ha revolucionado prácticamente todos los sectores, desde la vigilancia y uso militar hasta el control de fauna, construcción y, como no, el campo de la prevención de riesgos laborales. No hay que perder de vista que la aparición de nuevas tecnologías, también implica la aparición de nuevos riesgos. El reto es reconocerlos cuanto antes y evaluarlos para definir unas medidas preventivas que sean capaces de reducir o eliminar completamente estos nuevos riesgos.

En el campo de la prevención, también se empieza a desarrollar la ayuda de exoesqueletos (*Folleto*, s. f.-b) que facilitarán la labor a aquellos trabajadores con una alta carga de trabajo con levantamiento manual de cargas, los cuales podrían acabar sufriendo lesiones musculares, trastornos musculoesqueléticos que se puede evitar o reducir si un equipo mecánico ayuda al trabajador a levantar cargas sin esfuerzo.



Fuente: INSST

El trabajador equiparía este dispositivo siempre que requiera levantar peso durante la jornada laboral de un modo constante para retirarlo cuando no fuera a hacer uso del exoesqueleto. Como se mencionaba anteriormente, se debe considerar los riesgos que el uso de este equipo puede suponer para el trabajador. La empresa siempre tiene que tratar de evitar el levantamiento manual de cargas.

En el futuro más próximo, el grado de automatismo que va a experimentar la sociedad será exponencial. Hoy en día podemos ser testigos de esta revolución tecnológica, en pleno desarrollo, en grandes almacenes de empresas punteras donde la logística para atender a la creciente demanda de la población “fuerza” a desarrollar tecnología que pueda cumplir con las exigencias del mercado. Un buen ejemplo son los vehículos autoguiados (*Folleto*, s. f.-c) que con órdenes preestablecidas podrán realizar tareas de un modo automático sin la ayuda de personal de almacén. Colocar y transportar mercancía donde se le indique, etc.

Y, como no, habrá que ver qué tiene que decir la Inteligencia Artificial (IA) en los próximos años en el sector del transporte y la logística, donde, sin ninguna duda será determinante para el desarrollo de este sector desde el punto de vista logístico y en materia de prevención de riesgos laborales.

9 BIBLIOGRAFÍA

BOE-A-1995-21346 Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo. (s. f.). Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-21346>

BOE-A-2003-23514 Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo. (s. f.). Recuperado 29 de diciembre de 2023, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-23514&p=20211221&tn=1>

BOE.es—DOUE-L-2006-80632 Reglamento (CE) nº 561/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, relativo a la armonización de determinadas disposiciones en materia social en el sector de los transportes por carretera y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) nº 3821/85 y (CE) nº 2135/98 del Consejo y se deroga el Reglamento (CEE) nº 3820/85 del Consejo. (s. f.). Recuperado 11 de enero de 2024, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2006-80632>

BOE.es—DOUE-L-2019-81951 Reglamento (UE) 2019/2144 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de noviembre de 2019 relativo a los requisitos de homologación de tipo de los vehículos de motor y de sus remolques, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a esos vehículos, en lo que respecta a su seguridad general y a la protección de los ocupantes de los vehículos y de los usuarios vulnerables de la vía pública, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2018/858 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan los Reglamentos (CE) nº 78/2009, (CE) nº 79/2009 y (CE) nº 661/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo y los Reglamentos (CE)

nº 631/2009, (UE) nº 406/2010, (UE) nº 672/2010, (UE) nº 1003/2010, (UE) nº 1005/2010, (UE) nº 1008/2010, (UE) nº 1009/2010, (UE) nº 19/2011, (UE) nº 109/2011, (UE) nº 458/2011, (UE) nº 65/2012, (UE) nº 130/2012, (UE) nº 347/2012, (UE) nº 351/2012, (UE) nº 1230/2012 y (UE) 2015/166 de la Comisión. (s. f.). Recuperado 23 de diciembre de 2023, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2019-81951>

Bolaños Andrade, E. E. (2021). *Desarrollo de unidades formativas basadas en experiencias de realidad virtual para la prevención de riesgos laborales en trabajos de excavación* [Master thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/354568>

Castilla Molina, E. E. (2021). *Evaluación de la eficacia de la Realidad Virtual como herramienta tecnológica para la promoción, prevención e intervención de los factores de riesgos psicosociales en Construmaquinas Castilla S.A.S.* <https://repositorio.unitec.edu.co/handle/20.500.12962/769>

Factores de riesgo psicosocial y riesgos asociados en el sector del transporte por carretera. (s. f.).

Folleto: Nuevas tecnologías, nuevos riesgos laborales. Drones: características, riesgos y medidas preventivas - INSST - Portal INSST - INSST. (s. f.-a). Portal INSST. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.insst.es/documentacion/material-divulgativo-y-audiovisual/folleto/nuevas-tecnologias-nuevos-riesgos-laborales-drones-2023>

Folleto: Nuevas tecnologías, nuevos riesgos laborales. Exoesqueletos: características, riesgos y medidas preventivas - INSST - Portal INSST - INSST. (s. f.-b). Portal INSST. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.insst.es/documentacion/material-divulgativo-y-audiovisual/folleto/nuevas-tecnologias-nuevos-riesgos-laborales-exoesqueletos-2023>

audiovisual/folletos/nuevas-tecnologias-nuevos-riesgos-laborales-exoesqueletos-2023

Folleto: Nuevas tecnologías, nuevos riesgos laborales. Vehículos autoguiados: características, riesgos y medidas preventivas - INSST - Portal INSST - INSST. (s. f.-c). Portal INSST. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.insst.es/documentacion/material-divulgativo-y-audiovisual/folletos/nuevas-tecnologias-nuevos-riesgos-laborales-vehiculos-autoguiados-2023>

IX CONGRESO INTERNACIONAL SALUD LABORAL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS SESST. (s. f.). *SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. Recuperado 31 de diciembre de 2023, de <https://www.sesst.org/ix-congreso-internacional-salud-laboral-y-prevencion-de-riesgos/>

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. (s. f.).

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, Pub. L. No. Real Decreto 1215/1997, BOE-A-1997-17824 24063 (1997). <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/07/18/1215>

Real Decreto 284/2021, de 20 de abril, por el que se regula la cualificación inicial y la formación continua de los conductores de determinados vehículos destinados al transporte por carretera y por el que se modifica el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres, aprobado por el Real Decreto 1211/1990, de 28 de septiembre, Pub. L. No. Real Decreto 284/2021, BOE-A-2021-6624 47870 (2021). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/04/20/284>

Musleh Lancis, B., Escalera Hueso, A. de la, & Armingol Moreno, J. M. (2012). Detección de obstáculos y espacios transitables en entornos urbanos para sistemas de

ayuda a la conducción basados en algoritmos de visión estéreo implementados en GPU. *Revista iberoamericana de automática e informática industrial*, 9(4), 462-473. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2012.09.013>

Núñez-Fernández, M., & Cortés-Pérez, J. P. (2022). Integración de la tecnología de realidad virtual en la prevención de riesgos laborales en un proyecto realizado con metodología de trabajo BIM. En *Transferencia de los resultados de la investigación para el desarrollo territorial sostenible*. Dykinson. <http://digital.casalini.it/9788411224314>

Rastelli, J. P., Milanés, V., Villagra, J., Onieva, E., & González, C. (2010). Sistema de ayuda a la conducción en curvas para vehículos reales / Driving assistance system applied in curves for real vehicles. *DYNA*. <https://inria.hal.science/hal-00737462>

Rigol Carrasco, A. (2017). *Posibilidades de la Realidad Virtual para la prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción* [Bachelor thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/102361>

Transporte Terrestre | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (s. f.). Recuperado 27 de diciembre de 2023, de https://www.mitma.gob.es/transporte_terrestre

ANEXOS

ANEXO I
Personal de almacén
EVALUACIÓN DE RIESGOS

Peligro identificado	Riesgo asociado	Estimación del riesgo			Medidas preventivas procedentes
		Severidad del riesgo	Probabilidad del riesgo	Valoración del riesgo	
Suelo húmedo	Caída al mismo nivel	Dañino (D)	Media (M)	Riesgo Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - Advertir presencia de suelo mojado. - Uso de calzado de seguridad con suela antideslizante. - Utilizar materiales antideslizantes para recubrir el suelo. - Señalizar presencia de obstáculos que no puedan retirarse. - Mantener orden en las áreas de trabajo y retirar cualquier objeto que pudiera provocar el tropiezo de un trabajador. - Limpiar inmediatamente derrames o fugas de aceite o fluidos de maquinaria. - Mantener buena iluminación en el área de trabajo. - Evitar deslumbramientos que impidan una correcta visualización del área de trabajo. - Correcta formación e información de los trabajadores.
Suelo con pintura deslizante					
Obstáculos sin señalizar					
Desorden en los espacios para uso de trabajadores					
Derrames de aceite					
Presencia de productos químicos					
Presencia de bordillos	Caída a distinto nivel	Dañino (ED)	Baja (B)	Riesgo Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - Buena iluminación del área de trabajo. - No subirse a mobiliario que no está diseñado para soportar el peso de trabajadores. - Utilizar escaleras de mano homologadas con buenas medidas antideslizantes, tanto en los apoyos como en los escalones. No sacar el centro de gravedad del cuerpo fuera de la escalera. - Correcta formación e información de los trabajadores.
Utilización de escaleras de mano					
Circular a velocidad alta	Golpes, atropello y atrapamiento con carretilla o transpaleta	Dañino (D)	Alta (A)	Importante (I)	<ul style="list-style-type: none"> -Dotar a la carretilla de giro-faro y claxon. -Instalar vallas en las salidas de los peatones. -Espacio suficiente para trabajar y buena iluminación. -Mirar siempre en el sentido de la marcha. -Revisión de la máquina y mantener en buen estado los frenos. -Delimitar y señalizar correctamente las zonas de paso de los peatones y de las carretillas. -Circular a velocidad moderada. -El suelo debe ser antideslizante. -Formación periódica del operador.
Espacio reducido o mal iluminado					
Falta de visibilidad al circular					
Circular sobre suelo deslizante					
Distracción del operador					
Inhalación de gases tóxicos	Riesgos químicos	Dañino (D)	Baja (B)	Riesgo Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - No mezclar productos químicos que puedan provocar emisión de vapores tóxicos. - Identificar correctamente los envases indicando cuáles son sus riesgos y prohibiciones. Correcto etiquetado. - No utilizar envases para contener productos de limpieza que no han sido diseñados para tal fin y que podrían provocar derrames o que se ingieran por accidente. - Buena ventilación del área de trabajo.
Ingerir líquidos					
Daños oculares					

Daños en la piel					<ul style="list-style-type: none"> - Uso de EPI como guantes, calzado, gafas de protección que impidan el contacto de los ojos o piel con productos químicos corrosivos, ácidos, etc. - Formación e información de los trabajadores.
Mercancía colocada en altura	Caída de mercancía a distinto nivel	Dañino (D)	Baja (B)	Moderado (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - Mercancía en altura bien flejada. - Estanterías correctamente instaladas y ancladas. - Buena formación del responsable de almacén.
Rotura de los sistemas de elevación	Caída de cargas transportadas en carretilla y transpaleta	Dañino (D)	Baja (B)	Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión periódica del mecanismo de elevación. - Uso de palé o sistema de fijación adecuado para transportar la carga. - Tejadillo protector. - Uso del cinturón. - Las cargas siempre se transportarán a unos 15 cms. - Descenso de rampas marcha atrás. - Inclinación del mástil contra la carretilla. - Coger y dejar mercancía en las estanterías con las horquillas en posición horizontal. - Formación periódica del operador.
Descenso de rampas con las horquillas apuntando hacia abajo					
Circular con la carga elevada					
Exigencia y responsabilidad	Carga mental	Dañino (D)	Media (M)	Riesgo moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar descansos periódicos. - Repartir tareas. - Ajustar tareas al grado de aprendizaje y experiencia. - Formación periódica del operador.
Levantamiento de cargas excesivas	Sobreesfuerzos	Ligeramente Dañino (LD)	Media (M)	Riesgo Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento de cargas adecuadas a la capacidad física del trabajador. - Correcta postura de espalda y piernas para elevar cargas. - Formación adecuada desde el punto de vista ergonómico para reducir los riesgos físicos. - Formación para uso correcto de equipos con riesgo de sobreesfuerzo. Transpaleta manual, rotativas...
Uso de maquinaria como transpaleta manual o rotativas					
Movimientos bruscos					
No observar medidas de prevención en seguridad vial	Accidente in itinere	Dañino (D)	Baja (B)	Riesgo Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - Descansar. - Salir con tiempo suficiente. - Formación e información de los trabajadores.
Operar en estado de embriaguez	Daños físicos para operador o resto del personal	Extremadamente dañino (ED)	Baja (B)	Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - No tomar sustancias tóxicas ni alcohol antes de iniciar la actividad laboral. - Realizar test de alcoholemia aleatorio, previo informe de los representantes de los trabajadores. - Instalación de etilómetro en el arranque de la carretilla previo informe de los representantes de los trabajadores.
Uso de material de limpieza	Golpes y/o cortes	Ligeramente Dañino (LD)	Baja (B)	Riesgo Trivial (T)	<ul style="list-style-type: none"> - Correcto uso de rotativas para evitar sus fuertes inercias. - Uso de elementos de corte que impidan cortar cuando no se están utilizando. - Precaución a la hora de retirar bolsas de basura por la presencia de elementos cortantes, punzantes o pesados que puedan romper la bolsa y golpearlos. - Uso de guantes y calzado de seguridad. - Formación e información del responsable de almacén.
Uso de cúter, tijeras					
Recogida de basura de papeleras y contenedores					
Contacto eléctrico	Eléctricos	Extremadamente dañino (ED)	Baja (B)	Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - No trabajar en recintos de baterías sin formación. - El área de trabajo debe tener buena ventilación. - Formación del operador.

ANEXO II
Conductor
EVALUACIÓN DE RIESGOS

Peligro identificado	Riesgo asociado	Estimación del riesgo			Medidas preventivas procedentes
		Severidad del riesgo	Probabilidad del riesgo	Valoración del riesgo	
Suelo húmedo	Caída al mismo nivel	Dañino (D)	Media (M)	Riesgo Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - Advertir presencia de suelo mojado. - Uso de calzado de seguridad con suela antideslizante. - Utilizar materiales antideslizantes para recubrir el suelo. - Señalizar presencia de obstáculos que no puedan retirarse. - Mantener orden en las áreas de trabajo y retirar cualquier objeto que pudiera provocar el tropiezo de un trabajador. - Limpiar inmediatamente derrames o fugas de aceite o fluidos de maquinaria. - Mantener buena iluminación en el área de trabajo. - Evitar deslumbramientos que impidan una correcta visualización del área de trabajo. - Correcta formación e información de los trabajadores.
Suelo con pintura deslizante					
Obstáculos sin señalizar					
Desorden en los espacios para uso de trabajadores					
Derrames de aceite					
Presencia de productos químicos					
Presencia de bordillos	Caída a distinto nivel	Extremadamente dañino (ED)	Baja (B)	Riesgo Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - Buena iluminación del área de trabajo. - Subir o bajar de la plataforma con medios homologados tipo escaleras o plataformas de elevación. - Correcta formación e información de los trabajadores.
Subir o bajar de la plataforma del camión					
Uso excesivo de freno de servicio	Incendio	Extremadamente dañino (ED)	Baja (B)	Riesgo Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - No abusar del freno de servicio en pendientes prolongadas. - Intercalar uso del freno de servicio con el freno ralentizador eléctrico. - Instalar retardadores hidráulicos en la transmisión o intárder en la caja de cambios. - Buen mantenimiento del vehículo. - Precaución cuando se trabaja con grúas hidráulicas sobre camión para mantener una distancia de seguridad adecuada y evitar contacto eléctrico. - No transportar mercancías peligrosas que reaccionen peligrosamente entre sí, o que estén cerca de un punto de calor o del depósito de combustible. - Correcta formación e información de los trabajadores.
Uso excesivo de freno auxiliar eléctrico					
Reacción exotérmica de mercancías peligrosas					
Fallo del motor					
Contacto eléctrico					
Mal asilamiento del motor de combustión	Exposición al ruido	Dañino (D)	Baja (B)	Riesgo Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - Renovación de flota con buenos sistemas de aislamiento. - Conducir con un régimen de revoluciones medias o bajas. - Utilización de EPI (tapones, por ejemplo) cuando el conductor se encuentre en un entorno que supere el ruido máximo tolerable. - Correcta formación e información de los trabajadores.
Ventanilla bajada					
Ruido de maquinaria					

Exceso de velocidad	Accidente In itinere / Accidente En misión	Extremadamente dañino (D)	Baja (B)	Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - Conducir siempre a velocidad adecuada a las condiciones de la vía, del tráfico, del estado del vehículo y del conductor. - Extremar las precauciones cuando se circule bajo condiciones meteorológicas adversas. - Realizar pausas de la conducción de un modo periódico y no exceder de las 2h de conducción ininterrumpida. - Dar pequeños paseos durante las pausas o, si fuese necesario, dormir unos 20 minutos. - Permanecer permanentemente con la atención sobre la carretera. - Evitar consumo de alcohol o drogas. - Instalación de alcoholock como dispositivo de arranque del vehículo. - Correcta formación e información de los trabajadores
Condiciones meteorológicas adversas					
Fatiga y/o Somnolencia					
Distracción					
Consumo de alcohol y/o drogas					
Mal mantenimiento del vehículo					
Estrés / Ansiedad					
Levantamiento de cargas excesivas	Sobreesfuerzos	Ligeramente Dañino (LD)	Media (M)	Riesgo Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento de cargas adecuadas a la capacidad física del trabajador. - Correcta postura de espalda y piernas para elevar cargas. - Formación adecuada desde el punto de vista ergonómico para reducir los riesgos físicos. - Formación para uso correcto de equipos con riesgo de sobreesfuerzo. Transpaleta manual.
Uso de maquinaria como transpaleta manual					
Movimientos bruscos					
Mal estado de la suspensión	Vibración	Dañino (D)	Baja (B)	Riesgo Tolerable (TO)	<ul style="list-style-type: none"> - Buen mantenimiento de la suspensión. - Aumentar la frecuencia de los descansos. - Formación e información de los trabajadores.
Trabajo bajo presión y responsabilidad	Carga mental	Dañino (D)	Media (M)	Riesgo Moderado (MO)	<ul style="list-style-type: none"> - Limitar la carga de trabajo. - Aumentar la frecuencia de descansos. - Posibilidad de delegar tareas.
Altos ritmos de trabajo					
Tiempos de entrega ajustados					