



# **Serie Proyectos de Investigación e Innovación**

Superintendencia de Seguridad Social  
Santiago - Chile

**INFORME FINAL**

**Prospección de Tecnología "wearable" para la prevención de accidentes  
laborales asociados a la fatiga en la conducción**

Carlos Rodríguez-Sicker

2015





## **SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL**

### **SUPERINTENDENCE OF SOCIAL SECURITY**

La serie Proyectos de Investigación e Innovación corresponde a una línea de publicaciones de la Superintendencia de Seguridad Social, que tiene por objetivo divulgar los trabajos de investigación e innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades del Trabajo financiados por los recursos del Seguro Social de la Ley 16.744.

Los trabajos aquí publicados son los informes finales y están disponibles para su conocimiento y uso. Los contenidos, análisis y conclusiones expresados son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Seguridad Social.

Si requiere de mayor información, sobre el estudio o proyecto escriba a: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

Si desea conocer otras publicaciones, artículos de investigación y proyectos de la Superintendencia de Seguridad Social, visite nuestro sitio web: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

The Research and Innovation Projects series corresponds to a line of publications of the Superintendence of Social Security, which aims to disseminate the research and innovation work in the Prevention of Occupational Accidents and Illnesses financed by the resources of Law Insurance 16,744.

The papers published here are the final reports and are available for your knowledge and use. The content, analysis and conclusions are solely the responsibility of the author (s), and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Social Security.

For further information, please write to: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

Superintendencia de Seguridad Social  
Huérfanos 1376  
Santiago, Chile.

Informe Final

## Proyecto Prospección de tecnología “wearable” para la prevención de accidentes laborales asociados a la fatiga en la conducción Código ACHS 0185-2015

**Proyecto de investigación e innovación tecnológica en prevención de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales ley n° 16.744**

Investigador principal: Carlos Rodríguez-Sicker  
Centro de investigación en Complejidad Social  
Universidad del Desarrollo  
Abril 2017

Este proyecto fue financiado por la Asociación Chilena de Seguridad, a través de la Fundación Científica y Tecnológica en el Ciclo 2015 de proyectos de investigación

## Contenido

<b>I. Resumen</b> .....	3
<b>II. Introducción</b> .....	4
<b>III. Metodología</b> .....	8
<b>IV. Resultados: caracterización muestra y sub-muestra</b> .....	11
1. Resultados encuesta de hábitos y calidad de sueño en la industria del transporte terrestre de personas.....	11
<i>Caracterización sociodemográfica</i> .....	11
<i>Caracterización laboral</i> .....	12
<i>Enfermedades</i> .....	14
<i>Hábitos alimenticios</i> .....	16
<i>Tabaquismo y uso del alcohol</i> .....	19
<i>Sedentarismo</i> .....	20
<i>Calidad y hábitos de sueño</i> .....	20
<i>Conclusiones de la encuesta de hábitos y calidad de sueño en la industria del transporte terrestre de personas</i> .....	24
2. Análisis de entrevistas a sub-muestra conductores participantes del estudio .....	27
<b>V. Resultados: análisis cuantitativo de registros</b> .....	35
1. Análisis de información recolectada por dispositivo wearables: creación del <i>índice de calidad de descanso</i> .....	35
2. Análisis de información recolectada por dispositivo de cámara de cabina.....	39
3. Análisis de relación entre registros de dispositivos wearables y registros de cámara de cabina .	42
<b>VI. Resultados: bases tecnológicas de escalamiento y desarrollo informático</b> .....	47
1. Desarrollo de software informático liberado.....	47
2. Bases tecnológicas para la construcción de un prototipo de plataforma de gestión de información de fatiga.....	49
3. Bases Técnicas de Escalamiento Tecnológico en la Industria del Transporte de Personas.....	54
Recomendación de Modelos de datos.....	60
Recomendación de Capacidad .....	61
Recomendación de Alojamiento del Servicio web.....	63
Recomendación de Disponibilidad .....	63
4. Especificaciones de Software Backend y Frontend .....	64
Funcionalidades Frontend .....	65

Funcionalidades Backend.....	66
Requerimientos mínimos de funcionamiento .....	73
<b>VII. Conclusiones.....</b>	<b>74</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>77</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>78</b>
<b>Anexo I:</b> Informe encuesta de hábitos y calidad de sueño en la muestra general de empresa de transporte terrestre de personas .....	79
<b>Anexo II:</b> Informe de evaluación dispositivos considerados y elección de dispositivos para el proyecto .....	97
<b>Anexo III:</b> Indicadores de actividad y descanso.....	117
<b>Anexo IV:</b> Consentimientos Informados para levantamiento de información en terreno .....	122
<b>Anexo V:</b> Análisis comparativo episodios de fatiga y distracción con empresa de características similares .....	133

## I. Resumen

La siguiente investigación “Prospección de tecnología *wearable* para la prevención de accidentes laborales asociados a la fatiga en la conducción”, Código ACHS 0185-2015, tiene como objetivo realizar un análisis preliminar sobre el potencial impacto positivo del uso de un dispositivo *wearable* de detección de patrones de sueño en trabajadores, en relación a la detección temprana de niveles de fatiga laboral potencialmente riesgosos en la industria del transporte terrestre de personas; establecer una línea base de los hábitos de sueño de los trabajadores de esta industria; y especificar las condiciones técnicas de un eventual escalamiento tecnológico de esta tecnología en el caso de ser evaluada positivamente.

Se utilizó un método de tipo mixto contemplando levantamiento de datos cualitativos por medio de una encuesta y entrevistas en profundidad como información preliminar y complementaria, junto con un análisis cuantitativo de la información recopilada por los *wearable* y un dispositivo de cabina con capacidad de registrar los episodios de distracción y fatiga en los conductores.

Dentro de los resultados más destacables se tiene que existe una relación entre los niveles de actividad recogida por el dispositivo *wearable* analizado, y los eventos de somnolencia que tuvieron los usuarios, los cuales fueron registrados por la cámara de cabina.

En el siguiente documento se presentan los resultados concernientes al proyecto desarrollado en dos grandes partes. La primera parte consta de la caracterización y línea base de los hábitos de sueño de los conductores de transportes de personas, donde se contemplaron fuentes de información secundaria mediante la implementación de una encuesta y entrevistas en profundidad.

La segunda parte del documento hace referencia al análisis de la información recolectada por los dispositivos *wearable*, los datos del dispositivo de cámara de cabina, y los análisis sobre la relación entre la calidad del descanso y la ocurrencia de episodios de distracción y fatiga.

Además, como anexos se podrán encontrar los documentos vinculados al desarrollo técnico, las bases tecnológicas para la construcción de un prototipo de plataforma de gestión, la evaluación de los dispositivos analizados, el resumen de las adaptaciones realizadas al proyecto original, entre otro material desarrollado en el marco de esta investigación.

## II. Introducción

La fatiga en el trabajo es un fenómeno que se relaciona con múltiples factores que van desde los aspectos biológicos o de salud de los trabajadores, pasando por el formato y tipo de labores que realizan, el sistema de turnos, condiciones medioambientales, y hábitos de sueño y estilo de vida.

Los impactos negativos de la fatiga son amplios y se relacionan no sólo con la disminución de la calidad de vida de los trabajadores, sino también con el aumento de la prevalencia de accidentes y enfermedades.

En el área laboral relacionada al transporte, la fatiga aumenta la posibilidad de accidentes laborales porque un trabajador que la sufre –en forma episódica o crónica-, disminuirá su capacidad de concentración y de actividades cognitivas críticas para el trabajo como la velocidad de reacción, el cálculo de distancia y velocidad y, en general, su productividad; mientras que su carácter puede volverse más irritable y arriesgado<sup>1</sup>. En el largo plazo, los trastornos del sueño y la fatiga pueden además producir o facilitar la aparición de una serie de enfermedades, entre las que se encuentran la hipertensión, depresión, ansiedad, y obesidad<sup>2</sup>.

Aunque todos los expertos asumen que existe un sub-diagnóstico de las enfermedades del sueño, se estima que cerca de un 25% de la población adulta las presenta, y que un 12% de la población presenta somnolencia aguda diurna<sup>3</sup>.

Además, se sabe que factores como el sexo, la edad, la altura y los estilos de vida impactan en estas cifras, por lo que es altamente probable que en industrias como la minería o el transporte de carga o personas –con trabajadores en su mayoría hombres, de mediana edad y con estilos de vida negativos para la higiene del sueño- estas enfermedades tengan mayor prevalencia<sup>4</sup>.

En relación a su prevalencia en accidentes laborales, está demostrada la correlación positiva entre trastornos del sueño como la apnea y la mayor ocurrencia de accidentes vehiculares (prácticamente el doble)<sup>5</sup>; mientras que también hay publicaciones científicas que muestran relación entre la fatiga y la mayor ocurrencia de lesiones, errores y conducta insegura laboral<sup>6</sup>.

---

1 Dawson, Reid, Fatigue, alcohol and performance impairment, 1997

2 Miró, Cano-Lozano, Sleep and Quality of Life, 2005; Bernardino y Bueno; Sueño y estrés: relación con la obesidad y el síndrome metabólico, 2007; Ohayon, The effects of breathing-related sleep disorders on mood disturbances in the general population, 2003.

3 Soldatos, Allaert, Ohta, Dimitris, Dikeos; How do individuals sleep around the world?. Results from a single-day survey in ten countries. 2005

4 Duran J, Esnaola S, Rubio R, Iztueta A. (2001) Obstructive sleep apnoea and related clinical features in a population-based sample of subjects aged 30-70 years. Am J Respir Crit Care Med 2001

5 Tregear, Schoelles, Phillips. Obstructive Sleep Apnea and Risk of Motor Vehicle Crash: Systematic Review and Meta-Analysis. 2009

6 Patterson et al, Association between poor sleep, fatigue, and safety outcomes in emergency medical services providers. Prehosp Emerg Care. 2012

Para el caso chileno, CONASET<sup>7</sup> señala que en el 2014 el 23% de los accidentes vehiculares son causados por cansancio o fatiga. Esta cifra en el ambiente laboral es probablemente bastante mayor puesto que las personas se enfrentan a horarios más extensos de conducción y tareas más repetitivas. De hecho, en la minería se ha estimado que el 60% de los accidentes en la conducción de camiones de acarreo se debe a la fatiga de sus operarios<sup>8</sup>.

Para enfrentar el problema de la fatiga asociada a la accidentabilidad laboral, se han utilizado diferentes formas que se pueden resumir en:

- a) Tecnologías de diagnóstico médico preventivo (Saturación de oxígeno, poligrafías de respiración, electroencefalogramas, etc.)
- b) Tecnologías de detección del comportamiento de la máquina (desviaciones de carril, movimiento del volante, uso del pedal, etc.)
- c) Tecnologías de detección de comportamiento del trabajador (seguimiento de movimientos oculares, parpadeo y pupila, ritmo cardíaco, cabeceos, etc.).

Todos estos mecanismos de prevención y detección son utilizados regularmente sólo por algunas industrias debido al alto costo de adquisición, implementación y mantención del instrumental. Así, la minería es la única industria que ha abordado el problema en forma relevante invirtiendo en herramientas tanto preventivas, como de detección de comportamiento e instaurando programas asociados al control de la fatiga que vinculan aspectos médicos con capacitaciones para aumentar los hábitos de higiene.

Lo anterior implica que para muchas otras industrias donde la fatiga puede tener potenciales impactos negativos que incluso consideran fatalidades, no se están utilizando – o se están implementando en forma muy limitada- las tecnologías de detección del comportamiento del trabajador, la máquina y del diagnóstico preventivo.

Dentro de las industrias más expuestas a los impactos negativos de la fatiga laboral se encuentran el transporte de carga, pero especialmente la del transporte terrestre de personas, donde los accidentes vehiculares no sólo afectan a los propios trabajadores, sino también a los usuarios de las diferentes compañías.

### **Tecnología a explorar**

La tecnología vigente desarrollada en este ámbito presenta varias características que resultan positivas en el tratamiento de la fatiga laboral, entre las que se encuentran: tecnología de bajo costo y de factible aplicabilidad. Una alternativa que ofrece el mercado laboral es la tecnología

---

7 CONASET, Informe de drogas y/o fatiga en la conducción. 2014

8 Caterpillar, Viewpoint: perspectives on modern mining, 2007

wearable (dispositivo en formato de reloj de pulsera, lentes, o cascos), la cual se presenta como una opción deseable y viable para implementar medidas de control y prevención en todo tipo de empresas, incluyendo las de menor tamaño, debido a su bajo costo y escasas barreras de entrada para el uso de los trabajadores.

Otra característica de este tipo de tecnología es que los wearables son dispositivos no invasivos ni dañinos para los trabajadores, en términos de salud y seguridad laboral lo que aumenta la posibilidad de obtener altas tasas de uso por parte de trabajador.

Además, los dispositivos wearables tienen la capacidad de transmitir la información recolectada en diferentes formatos que, dependiendo de las opciones específicas, pueden ser transformados en bases de datos de diversa índole. La información recolectada puede ser gestionada en forma colectiva a través de la creación de plataformas webs que desplieguen en forma ordenada la data, posibilitando la toma de decisiones por parte de supervisores y analistas, generando reportes, sistemas de control y/o alarmas preventivas.

En base a lo anterior, como objetivo general se propuso realizar un *análisis preliminar sobre el potencial impacto positivo del uso de un dispositivo wearable de detección de patrones de sueño en trabajadores, en relación a la detección temprana de niveles de fatiga laboral potencialmente riesgosos en la industria del transporte terrestre de personas; establecer una línea base de los hábitos de sueño de los trabajadores de esta industria; y especificar las condiciones técnicas de un eventual escalamiento tecnológico de esta tecnología en el caso de ser evaluada positivamente.*

Por tanto, para su óptimo desarrollo se definieron los siguientes objetivos específicos:

1. *Prospección y selección de los dispositivos wearables que mejor se adecúe a los objetivos del proyecto.*
2. *Realización de un diagnóstico cualitativo preliminar de los hábitos y calidad del sueño en la industria del transporte terrestre de personas.*
3. *Evaluación del valor preventivo de la información obtenida por los dispositivos wearables en relación a la fatiga laboral en la industria del transporte terrestre de personas.*
4. *Evaluación de la información obtenida por los dispositivos wearables en relación a la información recolectada por un dispositivo de cabina de detección facial de episodios de somnolencia y distracción de los conductores en su jornada de trabajo.*

5. *Desarrollo de las bases y recomendaciones para un eventual escalamiento tecnológico del uso de esta tecnología en la industria del transporte de personas.*
6. *Desarrollo informático de software de escritorio a partir de las bases técnicas y recomendaciones de escalamiento tecnológico.*

### III. Metodología

Se desarrolló una metodología mixta contemplando análisis cualitativos y cuantitativos para poder abordar de mejor manera los objetivos propuestos, la cual consistió en tres líneas de trabajo:

1. Análisis técnico de los dispositivos wearables
2. Levantamiento de información en terreno
3. Análisis de datos recolectados en el terreno, los dispositivos wearables y el dispositivo de cabina.

#### 1. Análisis técnico de los dispositivos wearables

En esta etapa se realizó una revisión panorámica de los dispositivos wearables presentes en el mercado internacional con el fin de comparar sus diferentes funcionalidades, nivel de aplicabilidad y valor comercial. Tras ello, se escogieron 3 alternativas: Fitbit Charge HR; Jawbone UP3; y Misfit Shine 2. Estos tres dispositivos fueron adquiridos y evaluados con mayor profundidad, realizando una evaluación para cada uno de ellos, durante un periodo de prueba en laboratorio para determinar la opción que más se ajustaba al estudio, y a los usuarios, en este caso, trabajadores del transporte terrestre de personas.

Para la evaluación de los dispositivos seleccionados se consideraron los siguientes criterios:

- Caracterización de la información específica recolectada por el dispositivo
- Formato y flexibilidad de la entrega de información del dispositivo
- Características técnicas (usabilidad y batería)
- Potenciales condiciones comerciales con el proveedor principal (Disponibilidad en Chile, accesibilidad, costo, etc.)

Tras la evaluación técnica, se eligió el dispositivo Misfit Shine 2 a utilizar en la fase de levantamiento de información en terreno, por contar con un diseño más ergonómico, otorgando una mejor usabilidad para el usuario tanto en la jornada laboral como en sus espacios de descanso, siendo incluso resistente al agua. Además, se consideró pertinente su elección debido a tener una batería de larga duración, y por tener la capacidad de almacenamiento de información de hasta 30 días consecutivos, sincronizando el dispositivo al menos una vez a la semana con un celular, que puede ser el del mismo usuario, previa descarga de la aplicación relacionada a Misfit Shine 2.

En cuanto al tipo de información, el Misfit Shine 2 recoge datos sobre distintas fases del sueño, clasificándolos en tres tipos de estado: despierto, sueño ligero, y sueño profundo.

Para mayor detalle del análisis de éste y los demás dispositivos se puede revisar el Informe Técnico en el Anexo I, específicamente en los sub anexos C y D.

## **2. Levantamiento de información en terreno:**

Esta línea de trabajo consistió en dos procesos de levantamiento de información, en función de los objetivos de investigación propuestos. Se realizó: (a) un levantamiento de información en una muestra de 40 individuos para armar una línea de base de hábitos y calidad de sueño de los trabajadores de la industria de transporte terrestre de personas; y (b) un proceso de levantamiento de información en sub-muestra de 3 individuos para seguimiento individualizado y pilotaje del dispositivo wearable seleccionado (Misfit Shine 2), en paralelo al registro de un dispositivo de cabina que captura episodios de fatiga y somnolencia (DSS Fleet), en situaciones no experimentales.

### **(a) Levantamiento de información en muestra de 40 individuos para línea base de hábitos y calidad de sueño de trabajadores de la industria de transporte terrestre de personas**

Se seleccionó una muestra de 40 individuos que trabajaban como conductores de una empresa de la industria de transporte terrestre de personas de la ciudad de Santiago de Chile, a quienes se les invitó a participar en el estudio en forma voluntaria a través de la firma de un consentimiento informado (ver Anexo V).

A esta muestra se les aplicó un instrumento de elaboración propia llamada “Encuesta de hábitos y calidad de sueño en la muestra general de empresa de transporte terrestre de personas”, donde se incluyeron preguntas para indagar acerca de los hábitos y calidad de sueño, tomando en cuenta indicadores de caracterización de alimentación, salud, actividad física, tabaquismo, entre otros puntos vinculados a la fatiga laboral (para más detalle ver Anexo II, correspondiente al informe completo de la encuesta).

Esta información fue posteriormente analizada y los resultados de este levantamiento quedaron plasmados en un informe, el cual se integró al apartado de resultados de este documento, de modo de tener una línea base de hábitos y calidad de sueño de estos trabajadores.

**(b) Levantamiento de información en sub-muestra de 3 individuos para seguimiento individualizado y pilotaje del dispositivo wearable en paralelo al registro de episodios de somnolencia y distracción**

Para este segundo proceso, se seleccionó una sub-muestra de 3 individuos que trabajaban como conductores en una empresa de la industria del transporte terrestre de personas de la ciudad de Santiago de Chile, a quienes se les invitó a participar del pilotaje de los dispositivos wearable seleccionados. En paralelo, se procedió a la instalación del dispositivo de detección facial de distracción y somnolencia (DSS Fleet) en el bus en el cual trabajaban.

El dispositivo de cabina DSS Fleet está diseñado para capturar dos tipos de eventos denominados somnolencia y distracción, siempre y cuando el vehículo de transporte se encuentre en movimiento. Los eventos de somnolencia son detectados cuando el conductor tiende a cerrar sus ojos por 1,5 segundos o más, encontrándose manejando el vehículo de transporte al menos a una velocidad de 10km/h, o más. Mientras que los eventos denominados distracción son detectados cuando el chofer gira su cabeza por más de 4 segundos en una posición distinta a la postura orientada hacia al frente del manubrio, propia de la conducción. Este evento debe ocurrir con el vehículo en movimiento encontrándose a una velocidad de al menos 25km/h para activar la detección.

Por lo tanto, en esta etapa:

- Se le pidió a cada conductor que usara el dispositivo wearable en su muñeca las 24 horas del día, los 7 días de la semana, por todo el periodo de tiempo que durara el pilotaje, incluso en sus días de descanso, de modo de ir registrando el nivel de actividad, así como las horas de sueño y descanso de cada conductor.
- Se registraron todos los episodios de somnolencia y/o distracción que el dispositivo de reconocimiento facial detectó (registro del DSS Fleet).
- Además, se realizó un breve cuestionario vía comunicación telefónica a los individuos de la sub muestra, los 5 días de la semana, durante todo el periodo del pilotaje, para indagar sobre el estado de fatiga y cansancio de estos individuos (cuestionario de Yoshitake).
- Finalmente, se realizó una entrevista en profundidad a los participantes del piloto para profundizar en la experiencia de la participación en el terreno, así como también para indagar en la temática de hábitos de sueño.

Cabe destacar que la selección de los individuos para la sub-muestra fue realizada por la misma empresa, quienes solicitaron realizar el estudio en 3 individuos que manejaban un mismo bus

de transporte de pasajeros con ruta hacia el sur de Chile, partiendo su jornada de trabajo aproximadamente a las 19 hrs, y finalizando el recorrido a las 10 hrs de la mañana siguiente, aproximadamente.

Una vez recopilada toda la información descrita anteriormente, se inició el proceso de análisis de los datos con métodos específicos para cada registro.

Además, se realizó una triangulación de datos considerando la información obtenida por el dispositivo wearable y por la cámara de detección facial de episodios de fatiga y somnolencia, para evaluar posibles correlaciones entre las variables a estudiar.

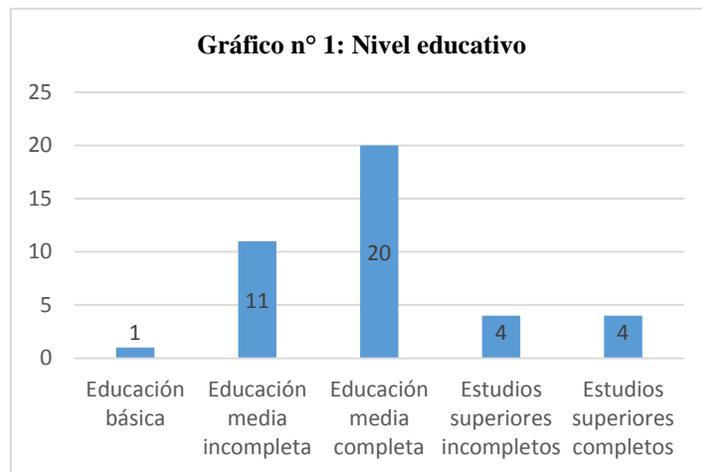
## **IV. Resultados: caracterización muestra y sub-muestra**

### **1. Resultados encuesta de hábitos y calidad de sueño en la industria del transporte terrestre de personas**

Esta parte busca aportar en la consecución del objetivo de realizar un diagnóstico cualitativo de los hábitos y calidad del sueño en la industria del transporte terrestre de personas, en el que se contemplan los resultados de diversos instrumentos de recolección de información: una encuesta de hábitos y calidad de sueño en una muestra de 40 conductores de la empresa de transporte terrestre de personas; seguimiento diario durante el periodo del pilotaje del dispositivo wearable seleccionado en una sub muestra de 3 conductores, mediante un cuestionario breve sobre calidad de sueño y fatiga diaria; y una evaluación cualitativa sobre los hábitos y calidad de sueño, mediante una entrevista en profundidad realizada a los individuos de la sub muestra.

#### ***Caracterización sociodemográfica***

La muestra analizada está compuesta en su totalidad por hombres, con un promedio de edad de 52,8 años. El 50% (20) tiene educación secundaria completa, ya sea científico humanista o técnica-profesional (ver Tabla n° 2, en Anexo II).



Fuente: Elaboración propia. (N=40)

Existen 12 casos de quienes no terminaron su proceso de escolaridad formal, con uno que sólo completó los primeros 8 años de educación básica, 2 que terminaron primero medio, 6 segundo medio y 3 tercero medio. Junto a lo anterior, de quienes poseen estudios superiores completos, la totalidad de estos fue realizada en centros de formación técnica, mientras en los estudios superiores incompletos, la mitad corresponden a procesos inacabados en universidades.

### ***Caracterización laboral***

Del total de la muestra, los encuestados llevan en promedio 28,5 años trabajando como conductores de transporte terrestre de personas, y 10,7 años trabajando en la empresa estudiada.

Respecto al sistema de turnos, un 48% (19) de la muestra indica que no posee sistema de turnos, es decir trabajan 'a porcentaje' como lo explican ellos. Esta modalidad les permite, por un lado, generar mayores ingresos al mes, y por otro, no les asegura días de descanso al mes (*ver Tabla n° 3*). Junto con esto, los conductores reportan que a la semana dedican en promedio 52 horas exclusivamente a trabajar, superando la normativa legal de 45 horas semanales. Así, un 68% (27) trabaja 46 horas o más (*ver Tabla n° 4*).

En relación al tipo de recorrido, quienes realizan recorridos de mayor distancia ya sea rumbo al sur o al norte del país, en su mayoría no poseen sistema de turnos, trabajando a porcentaje (63% y 58%, respectivamente). Mientras que quienes trabajan con recorridos rumbo a la costa, la situación se revierte, donde el 83% (5) de éstos declaran poseer sistema de turnos definido.

Sobre las horas trabajadas a la semana, no hay diferencia en la costa, pero sí en el sur donde la mayoría trabaja 45 horas o menos, realidad contraria a lo que sucede en el norte (22 sobre 4 casos) (ver Tabla n° 4).

**Tabla n° 4: Distribución de conductores según sistema de turnos y horas trabajadas en la semana, por recorrido**

	Costa		Sur		Norte	
Sin sistema de turno	1	16,7%	5	62,5%	15	57,7%
Con sistema de turno	5	83,3%	3	37,5%	11	42,3%
45 horas o menos	3	50,0%	6	75,0%	4	15,4%
46 horas o más	3	50,0%	2	25,0%	22	84,6%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

Respecto a la edad, dentro del grupo más joven de la muestra, el 65% (13) no tiene sistema de turno y un 85% (17) trabaja 46 horas o más a la semana, mientras que, en el grupo más longevo de la muestra, la mayoría sí tiene sistema de turno, correspondiendo a un 60% (12) y un 50% de estos cumple con dicha cantidad de horas (ver Tabla n° 6, en Anexo II).

Misma situación sucede si se revisa el tramo etario al interior de cada recorrido, exceptuando el grupo que realiza el recorrido al norte, donde en ambos grupos la mayoría trabaja 46 horas o más, correspondiendo a un 100% (13) en los jóvenes y un 69% (9) en los mayores de 52 años. En el sistema de turnos cambia la situación, ya que en los primeros, la mayoría no trabaja con sistema de turno (69% que corresponde a 9 casos), lo que no se repite en el grupo de 52 años o más (46% que corresponde a 6 casos) (ver Tabla n° 7, en Anexo II).

Del total de la muestra, un 73% (29) cumple otras labores dentro del trabajo, dedicándole en promedio 14,5 horas a la semana. Dentro de estas tareas, un 48% (14) refiere exclusivamente a mantenimiento, es decir, fiscalización de labores mecánicas, seguido de un 31% (9), de quienes realizan, además de mantenimiento, tareas de limpieza, generalmente del exterior del bus y también ayudando en determinadas actividades a auxiliares (ver Tabla n° 8, en Anexo II).

Según recorrido, quienes viajan hacia el sur, un 88% (7) realiza otras actividades, mientras que en el norte y costa corresponden a un 69% (18) y 67% (4), respectivamente. Respecto a la actividad con mayor frecuencia realizada, en el sur hay igual cantidad (3) para quienes hacen mantenimiento exclusivamente, y quienes comparten esta actividad con la limpieza.

En el norte, por su parte, más de la mitad realiza exclusivamente la labor de mantenimiento (11), mientras que en la costa prima la actividad de limpieza exclusivamente (2) (ver Tabla n° 9, en Anexo II). Respecto a los rangos etarios, no hay mayor diferencia entre la totalidad de éstos, sin

embargo, al analizar según tipo de labor surgen diferencias más notorias entre quienes realizan exclusivamente la labor de limpieza, primando en el grupo etario de 52 años o más (ver Tabla n° 10, en Anexo II).

### **Enfermedades**

La mitad de los encuestados reportan padecer una o más enfermedades físicas. Entre las de mayor prevalencia declarada por los trabajadores, destaca la hipertensión con un 75% (15), colesterol con un 25% (5), diabetes con 20% (4) y lumbago con un 15% (3) (ver Tabla n°11).

**Tabla n° 11: Distribución**

	Costa		Sur		Norte	
Colesterol	0	0,0%	3	50,0%	2	16,7%
Diabetes	1	50,0%	0	0,0%	3	25,0%
Hipertensión	2	100,0%	5	83,3%	8	66,7%
Lumbago	0	0,0%	0	0,0%	3	25,0%
Discopatía lumbar	0	0,0%	0	0,0%	1	8,3%
Resistencia a la insulina	0	0,0%	1	16,7%	0	0,0%
Obesidad	0	0,0%	1	16,7%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia (Ncosta= 2; Nsur= 6; Nnorte=12)

Según recorridos, 60% es del norte (12), un 30% del sur (6), y 10% de la costa (2), donde, para todos los casos, la enfermedad con mayor prevalencia es hipertensión.

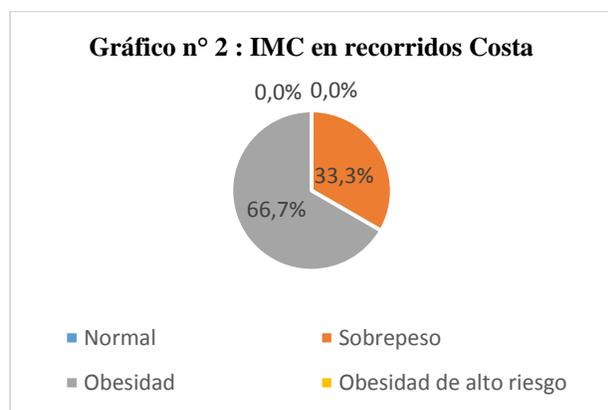
Respecto a salud mental, sólo 9 casos auto reportan enfermedades, donde el 78% de éstas (7) corresponde a depresión, y el resto a ansiedad y estrés laboral (ver Tabla n° 13, en Anexo II).

En términos etarios, un 55% (11) de quienes reportan una o más enfermedades físicas, tienen 52 años o más, y en ambos grupos la enfermedad con mayor prevalencia también es la hipertensión (ver Tabla n°15, en Anexo II).

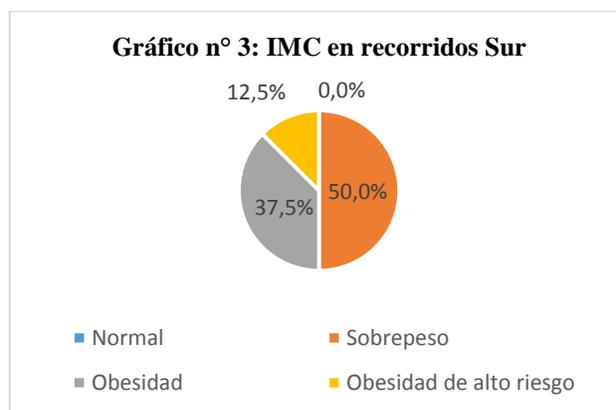
Respecto al Índice de Masa Corporal (IMC), se utiliza para su cálculo el peso y estatura, los que en promedio para la muestra corresponden a 90,7 kilos y 1 metro con 72 centímetros. A partir de esto, el IMC promedio es igual a 30, 8 que corresponde a categoría de obesidad.

En las categorías del IMC, se observa que un 45% (18) de la muestra tiene sobrepeso y un 38% (15) es obeso, mientras que sólo el 10% (4) está normal, y un 8% (3) se encuentra en el plano de obesidad con alto riesgo (ver Tabla n° 17, en Anexo II).

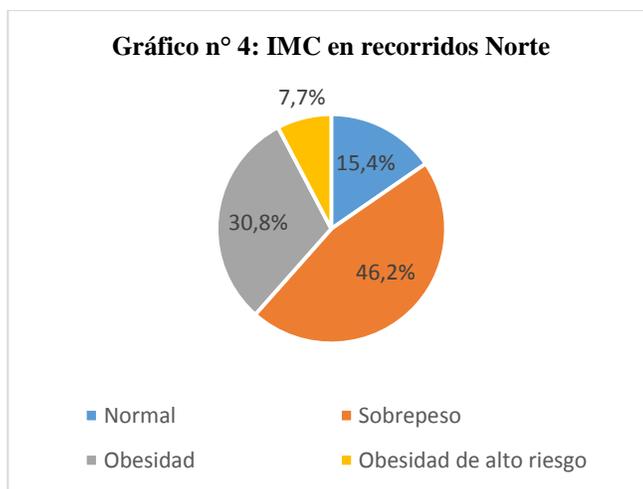
Según recorridos, la situación se replica en quienes viajan hacia el sur y el norte, donde un 50% (4) y 46% (12) son obesos, respectivamente. En la costa, por su parte, un 67% (4) son obesos. Tanto en los recorridos hacia la costa y sur no hay casos que tengan un IMC normal (ver Tabla n° 18, en Anexo II, y Gráficos n° 2, 3 y 4 a continuación).



Fuente: Elaboración propia (N=6)



Fuente: Elaboración propia (N=8)



Fuente: Elaboración propia (N=26)

### **Hábitos alimenticios**

En relación a la edad, ambos grupos se concentran en la categoría del sobrepeso, sin embargo, los mayores a 52 años poseen mayor cantidad de casos en la categoría obesos, con un 25% (10) sobre un 13% (5) de los jóvenes. No obstante, son estos últimos quienes se adjudican los 3 casos de obesidad de alto riesgo (ver Tabla n° 19, en Anexo II).

Dentro de los hábitos alimenticios, se indagó con respecto de los horarios de alimentación, el lugar en que éstos se desarrollan y el consumo de diversos alimentos.

Respecto a lo primero, existe una importante diferencia cuando los conductores están en sus días de turno o en los de descanso, pues cuando están trabajado la mayoría no tiene horarios establecidos de alimentación, así un 55% (22) afirma que es relativo su horario para desayunar, mientras que sucede lo mismo para el almuerzo con un 60% (24).

Tabla n° 20: Distribución de horario de desayuno en días de turno

	Frecuencia	Porcentaje
5:00 - 7:00	6	15%
7:01 - 9:00	4	10%
9:01 - 11:00	7	18%
12:00	1	3%
Relativo	22	55%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

Tabla n° 21: Distribución de horario de almuerzo en días de turno

	Frecuencia	Porcentaje
12:00 - 13:00	7	18%
13:01 - 14:00	9	23%
Relativo	24	60%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

Esta situación cambia cuando se observa lo que sucede en sus días de descanso, donde todos los trabajadores reconocen poseer horarios establecidos para desayunar y almorzar, los que en promedio, corresponden a las 9:00 horas y las 13:00 horas, respectivamente (ver Tablas n° 22 y 23, en Anexo II).

Según recorridos, los de la costa y el sur tienen en su mayoría un horario definido para desayunar cuando están en días laborales, situación contraria a lo que sucede con los conductores del norte, donde un 69% (18) no tiene horario definido para la primera comida del día. En relación al almuerzo, los del sur tienen en su mayoría un horario definido (75%), porcentaje que disminuye en los de la costa (50%). Nuevamente en los del norte, una amplia mayoría (73%) no tiene horario definido (ver Tabla n° 24, en Anexo II).

Respecto a los horarios de once y cena, éstos no fueron analizados pues la mayoría de los trabajadores realiza una u otra comida, no siendo estables en días de descanso y tampoco de turno.

En relación al lugar de alimentación en días laborales, un 48% (19) desayuna en el bus y un 28% (11) dice que es relativo. Respecto al almuerzo, un 38% (15) lo hace en dependencias del trabajo, entiéndase por esto el terminal, casino, taller u otros; y otro 38% afirma que es relativo el lugar (ver Tabla n° 25 y 26). En términos de recorrido, la primacía de desayuno al interior del bus se repite en quienes realizan viajes hacia el sur y norte, mientras que para los que viajan hacia la costa, desayunan preferentemente en las dependencias del trabajo (50%). Respecto al almuerzo, quienes viajan a la costa y sur afirman que lo hacen en dependencias del trabajo, con un 68% (4) y 63% (5), respectivamente. Mientras los que van al norte afirman en un 42% (11) que es relativo el lugar donde almuerzan (ver Tabla n° 24, en Anexo II).

En relación al consumo de alimentos por parte de los conductores, la leche se consume más en su versión entera (1,2 veces por semana) que semidescremada o descremada (0,3 veces por semana), siendo, además, considerablemente menor la cantidad de conductores que la consumen (sólo 3 personas). Se consume también más queso mantecoso o gouda (2,9) que queso fresco o quesillo (0,9), siendo el primero consumido por 28 conductores en diferencia al segundo donde solo 17 consumen ese tipo de lácteo. En cuanto al yogurt, el producto normal o batido llega a 1 vez por semana, mientras que la versión liviana llega a 0,7.

**Tabla n° 27: Promedio de veces por semana que se consumen productos lácteos**

Leche entera	Leche descremada o semi descremada	Queso fresco o quesillo	Queso mantecoso o gouda	Yogurt normal o batido	Yogur light o diet
1,2	0,3	0,9	2,9	1,0	0,7
(12)	(3)	(17)	(28)	(15)	(6)

Fuente: Elaboración propia. En paréntesis cantidad de consumidores por alimento.

Para las carnes, el consumo ordenado del promedio de veces por semana se da en el siguiente orden: Carnes blancas (3,3), Cecinas (3,1), Carnes rojas (2,2). El consumo de legumbres, por su parte, llega a 1,4 veces por semana.

**Tabla n° 28: Promedio de veces por semana que se consumen carnes y legumbres**

Carnes blancas	Carnes rojas	Cecinas	Legumbres
----------------	--------------	---------	-----------

**Tabla n° 29: Promedio de veces por semana que se consume frutas y verduras**

Frutas	Verduras
--------	----------

3,3 (39)	2,2 (35)	3,1 (28)	1,4 (35)
-------------	-------------	-------------	-------------

Fuente: Elaboración propia. En paréntesis cantidad de consumidores por alimento.

4,6 (38)	4,3 (35)
-------------	-------------

Fuente: Elaboración propia. En paréntesis cantidad de consumidores por alimento.

Las verduras tienen un consumo por semana de 4,3 veces en promedio, mientras que las frutas llegan a 4,6 veces por semana.

**Tabla n° 30: Promedio de veces por semana que se consume mantequilla, margarina y mayonesa**

Mantequilla	Margarina	Mayonesa
2,6 (22)	1,1 (8)	0,6 (13)

Fuente: Elaboración propia. En paréntesis cantidad de consumidores por alimento.

**Tabla n° 31: Promedio de veces por semana que se consume bebidas y jugos con y sin azúcar**

Bebidas o jugos con azúcar	Bebidas o jugos sin azúcar
2,3 (17)	1,5 (14)

Fuente: Elaboración propia. En paréntesis cantidad de consumidores por alimento.

El consumo de bebidas o jugos azucaradas es en promedio de 2,3 veces por semana, en comparación con las bebidas o jugos light, que llega a 1,5 veces por semana. Mientras que, para los alimentos altos en grasas, la mantequilla es la que más se consume, con un promedio de 2,6 veces, seguida por la margarina con 1,1 y la mayonesa con 0,6 veces por semana.

**Tabla n° 32: Promedio de veces por semana que se consume pan**

Pan blanco
6,1 (37)

Fuente: Elaboración propia. En paréntesis cantidad de consumidores por alimento.

**Tabla n° 33: Promedio de veces por semana que se consume snack, comidas pre-preparadas y comida rápida**

Snack dulces	Snack salados	Comida preparada	Comida rápida
1,9 (21)	0,6 (9)	0,1 (2)	1,1 (16)

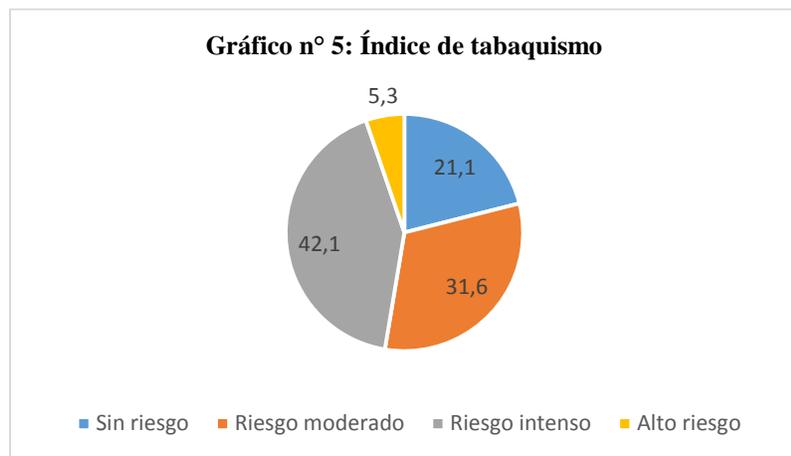
Fuente: Elaboración propia. En paréntesis cantidad de consumidores por alimento.

En cuanto al consumo de pan, la media en que se consume el pan blanco en una semana es de 6,1. En tanto los snack dulces es de 1,9 y los salados de 0,6.

Muy pocos conductores afirman consumir comidas pre preparadas durante la semana, sin embargo, 16 sí ingieren comida rápida con un promedio de 1,1 veces a la semana.

### **Tabaquismo y uso del alcohol**

Menos de la mitad de la muestra se identifica como fumador, correspondiendo a un 48% (19). Dentro de esto, la edad en que comenzaron a fumar fue en promedio a los 17,6 años. Fumando, actualmente, 13,5 cigarrillos diarios.



Fuente: Elaboración propia. (N=19)

Respecto al Índice de tabaquismo, el promedio corresponde a 21,9, estando en el rango de 'Riesgo intenso', así mismo, el 42% (8) corresponde a dicha categoría, mientras que un 32% (6) a 'Riesgo moderado' (ver Tabla n° 35, en Anexo II).

De los fumadores, un 79% (14) de ellos corresponde al grupo que realiza el recorrido rumbo al norte, y dentro de éstos, más de la mitad se encuentra sin riesgo (4) y riesgo moderado (5), siendo 4 casos para los de riesgo intenso y 1 de alto riesgo (ver Tabla n° 36, en Anexo II).

En términos etarios, un 63% (12) son del grupo de 51 años o menos, repartiéndose homológamente entre quienes no poseen riesgo (4), tienen riesgo moderado (3) y alto riesgo (4). Tanto en el recorrido de la costa y el sur, los fumadores sólo son del grupo de los más jóvenes (ver Tabla n° 36 y 37, en Anexo II).

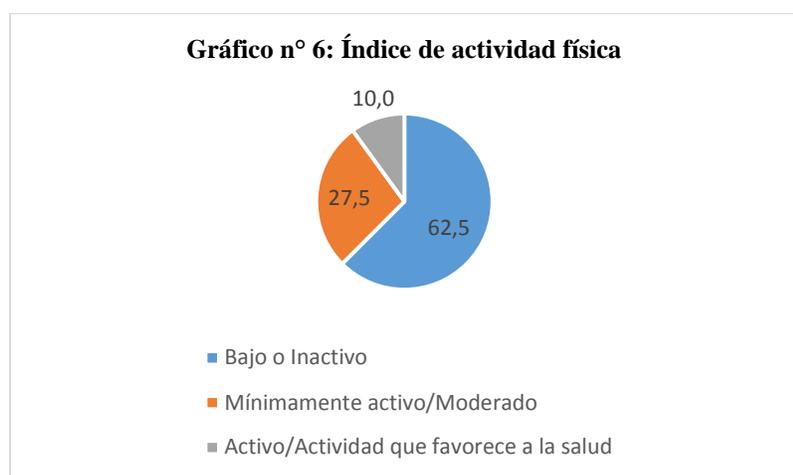
Respecto al consumo de alcohol, el 33% (13) declara no consumir bebidas alcohólicas; el 43% (17) declara consumir 1 o menos veces al mes; y el 25% (10) declara que lo hace de 2 a 4 veces al mes (ver Tabla n° 38). En el recorrido del norte y el sur, un 42% (11) y 63% (5) respectivamente, afirman que beben 1 o menos veces al mes, mientras que en la costa un 67% (4) lo hace de 2 a 4 veces al mes (ver Tabla n° 39, en Anexo II). En términos etarios, no hay mayores diferencias entre éstos.

Si se observa lo que sucede con turnos y horas de trabajo, entre los que no tienen sistema de turno un 52% (11) consume bebidas alcohólicas 1 o menos veces al mes, no existiendo mayores diferencias en quienes sí poseen sistema de turno. Situación similar ocurre con quienes trabajan 45 horas o menos, siendo un 54% (7) quienes tienen ese tipo de consumo; mientras en

quienes trabajan 46 horas o más, un 37% (10) tanto para ese tipo de consumo como para los que nunca consumen (ver Tabla n° 41, en Anexo II).

### ***Sedentarismo***

Más de un 90% de la muestra, no desarrolla ningún tipo de actividad física intensa ni moderada (37 casos para ambos). Ahora bien, un 78% de la muestra (31) camina al menos un día a la semana 10 minutos seguidos. Es más, un 37% (15) camina los 7 días a la semana (ver Tablas n° 42, 43 y 44, en Anexo II).



Fuente: Elaboración propia. (N=40)

Según el Índice de actividad física, un 63% (25) tiene un nivel de actividad física bajo o inactivo, y sólo un 10% (4) posee un nivel activo o de actividades físicas que favorecen a la salud (ver Tabla n° 45).

En relación a los recorridos la situación no cambia, donde la mayoría tiene un nivel de actividad física inactiva o baja, seguido de quienes tienen un nivel moderado o mínimamente activo (ver Tabla n° 46, en Anexo II).

En términos etarios, se repite la tendencia, donde la mayoría no realiza actividad física. Sin embargo, dentro de los más jóvenes hay mayor cantidad de quienes son mínimamente activos en comparación a los más viejos (7 versus 4, respectivamente), y, por otro lado, estos últimos tienen mayor cantidad de conductores que son activos o desarrollan actividad que favorece a la salud (3 versus 1, respectivamente) (ver Tabla n° 47, en Anexo II)

### ***Calidad y hábitos de sueño***

A partir del Índice de Pittsburg, el promedio de las puntuaciones fue de 4,4 puntos, con un mínimo de 1 y un máximo de 11 puntos (ver Tabla n° 48). Junto con esto, un 23% (7) marcó 3 puntos, un 19% (6) marcó 6. Si se considera que este indicador va desde 0 a 21, donde 0 es

buena calidad y 21 mala calidad del sueño, entonces se podría afirmar que los conductores poseen buena calidad del sueño, estando todos bajo la mitad de la escala del indicar. No obstante, se evidencian dificultades en el cálculo de este indicador, puesto que no está pensado para ser aplicado en una muestra con horarios tan disímiles y relativos. Por esta razón, se realiza el análisis con los datos correspondiente al sueño de la muestra en días de descanso, y el resto de las interrogantes evaluando y caracterizando su sueño en días de trabajo.

No obstante, para cumplir con el objetivo de este informe, se analizó cada pregunta del cuestionario que pudiera aportar información relevante para el proyecto.

En este sentido, se observan los horarios para acostarse y levantarse, los conductores reportan en un 85% y 83%, respectivamente, que dicho horario es relativo cuando están en días de trabajo.

Tabla n° 49: Hora de acostarse en días de turno

	Frecuencia	Porcentaje
21:00 - 22:00	2	5%
22:01 - 23:00	5	13%
Relativo	34	85%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

Tabla n° 50: Hora de levantarse en días de turno

	Frecuencia	Porcentaje
4:00	2	5%
5:00	2	5%
6:00	3	8%
Relativo	33	83%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

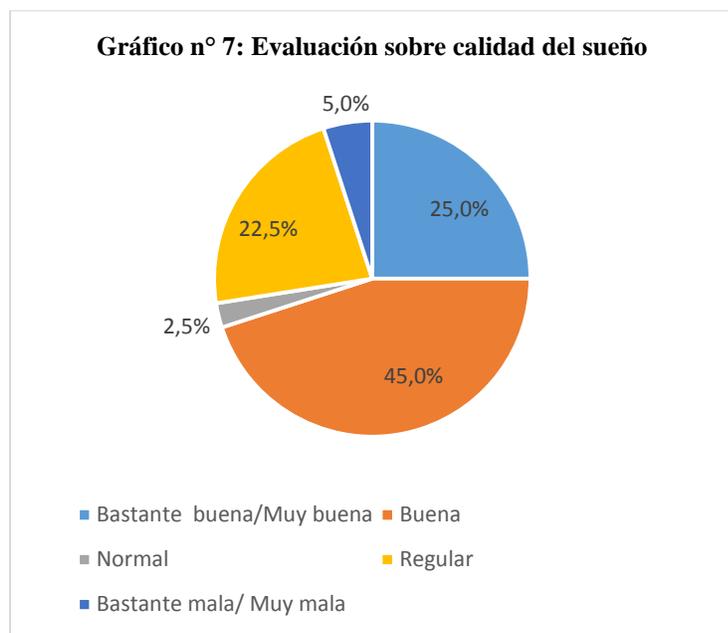
Según recorrido, el 100% de los conductores que realizan el recorrido hacia el sur no tienen un horario definido para acostarse y levantarse cuando están de turno. Situación similar pero no exacta sucede con los del norte donde más de un 90% vive esta situación. Por su parte, dentro de los de la costa sólo un caso reporta dicha indefinición horaria (ver Tabla n° 51). No hay mayor diferencia entre tramos etarios.

Cuando están en días de descanso, sólo un 8% (3) no tiene un horario definido, mientras que los restantes sí lo tienen, primando los horarios entre las 21 y 23 horas. Respecto al horario de levantarse, no hay horarios indefinidos, sino que existen tramos establecidos, concentrándose entre las 8 y 9 horas (ver Tabla n° 52, en Anexo II).

Los encuestados reportan que al mes duermen en promedio 8,6 horas diarias. Donde un 23% (9) duermen 10 horas diarias. En estas cifras es necesario precisar que esta cantidad de horas son cálculos auto realizados por los mismos encuestados, sumando los tramos que duermen diariamente en un mes normal de trabajo.

Un 48% (19) de los encuestados se demoran menos de 15 minutos en dormirse, situación que se repite en quienes realizan el recorrido hacia el norte y sur, con un 54% y un 50%, respectivamente. En quienes realizan recorrido hacia la costa, un 50% (3) demora entre 31-60

minutos para quedarse dormido (ver Tabla n° 54). Si se observa la diferencia según rangos etarios, dentro de los más jóvenes un 40% (8) demoran entre 16-30 minutos, mientras en los de 52 años y más un 70% demora 15 minutos o menos. Esta diferencia etaria se repite dentro de los recorridos norte y sur, a excepción de la costa, donde en el grupo de los más jóvenes prima quienes demoran entre 31 y 60 minutos (ver Tabla n° 55, en Anexo II).



Fuente: Elaboración propia. (N= 40)

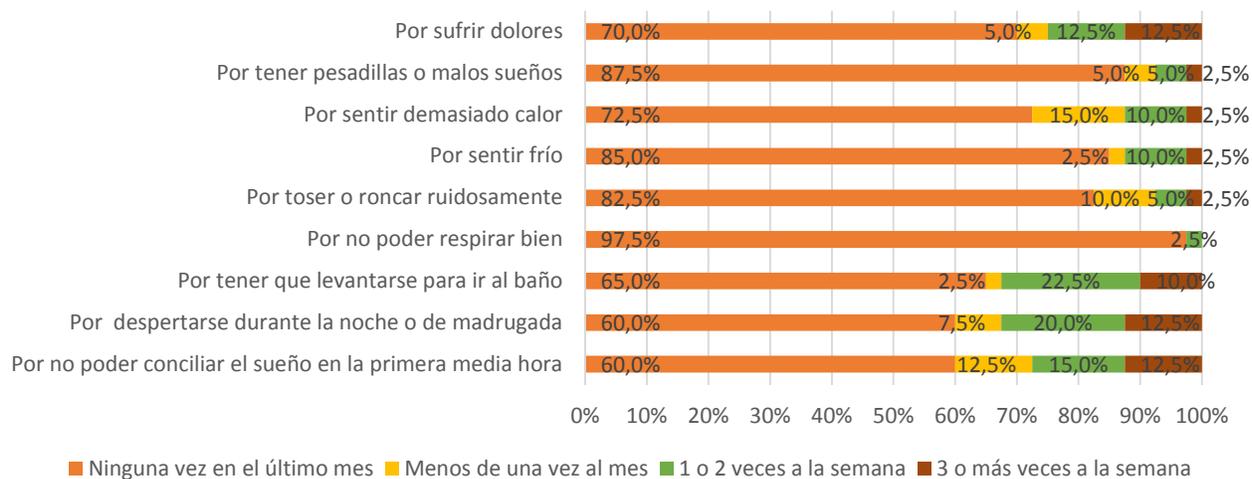
Los conductores evalúan de manera positiva su calidad del sueño, donde un 45% (18) evalúan su calidad del sueño como 'buena'; mientras que un 25% (10) dice que es 'bastante buena' o 'muy buena'.

Según los recorridos, un 67% (4) de los que viaja a la costa califica la calidad de su sueño como 'buena', mientras que en el norte y costa este porcentaje desciende a un 46% (12) y 25% (2), respectivamente (ver Tabla n° 57).

A nivel etario, la mitad (10) de los más jóvenes califican su sueño como bueno, mientras que en los más longevos esto corresponde a un 40% (8) (ver Tabla n° 58, en Anexo II).

Cuando se pregunta a los conductores por diversos problemas al dormir, en todos los casos mencionados a más del 60% no le ha pasado ninguna vez en el último mes. Dentro de los problemas con mayor frecuencia, a un 15% (6) de los que tiene problemas al dormir por sentir demasiado calor, les sucede menos de una vez al mes, mientras que a un 23 % (9) de los que tienen problemas para dormir por tener que ir al baño, les sucede 1 o 2 veces a la semana. Finalmente, un 13% tienen problemas por sufrir dolores, despertarse durante la noche o madrugada y no poder conciliar el sueño durante la primera media hora con una frecuencia de 3 o más veces por semana (ver Tabla n° 59, en Anexo II).

**Gráfico n° 8: Frecuencia de problemas al dormir**



Fuente: Elaboración propia. (N= 40)

Respecto a otros elementos, un 95% (38) de los encuestados no ha tomado medicinas para dormir en el último mes (ver Tabla n° 60, en Anexo II). Junto con esto un 65% (26) no ha sentido somnolencias al conducir, comer o realizar otra actividad en el último mes, mientras que un 18% (7) siente somnolencias una o dos veces a la semana, sólo tres casos lo sienten 3 o más veces a la semana (ver Tabla n° 61, en Anexo II). Un 70% (28) no ha tenido problemas de ánimo para realizar sus actividades en el último mes, un 15% (6) sí los ha tenido y para un 8% (3) ha significado un problema grave (ver Tabla n° 62, en Anexo II).

Cuando se está en días de turno, un 60% (24) duerme en el bus y pensión que facilita la empresa, un 25% (10) sólo lo hace en el bus, y un 13% (5) tiene la posibilidad de dormir en su casa (ver Tabla n° 63, en Anexo II).

Sobre el tiempo que transcurre entre la última comida y el irse a acostar, cuando se está de turno un 53% (21) afirma que este tiempo es relativo, mientras que para el resto afirman que transcurre en promedio 2,1 horas. Cuando se está en días de descanso, sólo un 10% (4) afirma que es relativo, en tanto para el resto transcurren en promedio 2,5 horas. Así para un 22% (8) transcurren 3 horas (ver Tabla n° 64 y 65, en Anexo II).

## ***Conclusiones de la encuesta de hábitos y calidad de sueño en la industria del transporte terrestre de personas***

El análisis descriptivo realizado permite caracterizar a los conductores de transporte terrestre de personas, que teniendo en promedio 53 años aproximadamente, la mitad cumple con los 12 años mínimos de escolaridad.

Junto con esto, los trabajadores llevan en promedio aproximadamente 30 años trabajando como conductores. De ellos casi la mitad (19 casos) no posee sistema de turnos, por ende, no tiene días de descanso definidos, lo cual puede implicar consecuencias en la salud física, mental y social, específicamente, a nivel de convivencia familiar. A esto se suma que semanalmente más de la mitad de los conductores (27) trabaja más de 46 horas semanales, lo cual supera el límite legal de 45 horas a la semana<sup>9</sup>. Así también, son quienes realizan recorridos de mayor distancia quienes en su mayoría no tienen sistema de turnos, y dentro de éstos, los del norte en su mayoría trabajan más de las horas semanales legales. Así mismo, los jóvenes son los que también están más sometidos a este tipo de condiciones laborales, en comparación a los mayores.

Si se observa la prevalencia de enfermedades, la hipertensión es la más presente en el total de los conductores, en los recorridos y rangos etarios. Si bien se sabe que entre las causas principales de la hipertensión están el sedentarismo y el tipo de alimentación, sería interesante poder analizar en mayor profundidad las principales causas de dicha enfermedad. Respecto a salud mental, el auto reporte en general es menor, predominando la depresión.

En relación directa a lo anterior, el Índice de Masa Corporal en los conductores corresponde en promedio a 30,8, es decir, en la categoría de obesidad. Así, un 45% tiene sobrepeso y un 38% es obeso. Ambas categorías son la situación mayoritaria según recorridos y edad.

En este sentido, la alimentación no aporta en revertir la situación, pues en un marco de sedentarismo e hipertensión, no existen hábitos alimenticios en términos de horarios, donde en días de turno un 55% y un 60% afirma que no tiene horario definido para desayunar y almorzar, respectivamente, sobre todo quienes realizan recorridos hacia el norte. El lugar de alimentación también influye, pues casi un 50% desayuna en el bus y un 38% almuerza allí, lo cual limita el tipo alimento a ingerir y un espacio tranquilo para desarrollar dichas comidas.

Junto a lo anterior, teniendo escasos horarios establecidos y lugares no adecuados para la alimentación, los conductores ingieren en promedio productos lácteos con mayor materia

---

<sup>9</sup> Artículo 22 del Código del Trabajo, Diario Oficial, Santiago de Chile, 16 de enero de 2003. (Consultado el 14 de Julio de 2017)

grasa, tanto en leche, queso y yogurt. Por otro lado, tienen un importante consumo de cecinas y carnes rojas, junto con alimentos altos en grasas como la mantequilla. Además, consumen bebidas y jugos con azúcar por sobre productos dietéticos. Finalmente, se consume en promedio casi todos los días de la semana pan blanco.

La hipertensión y falta de hábitos alimenticios se suma a los fumadores, quienes correspondiendo a un 48% de los conductores, fuma 14 cigarrillos aproximadamente por día. Así, entre ellos existe un 42% con riesgo intenso. La mayoría se encuentra en el recorrido norte, y, en general, entre los más jóvenes. Respecto al consumo de alcohol, éste se da en una muy baja frecuencia, predominando con un 43% quienes consumen 1 o menos veces al mes, lo cual se mantiene en recorridos de mayor distancia, y quienes manejan más de 46 horas semanales.

Además de hipertensión, falta de hábitos, índice de riesgo intenso en quienes fuman, se suma un alto sedentarismo, con un 63% inactivo, condición que se mantiene en los recorridos y grupos etarios.

Analizando específicamente lo que sucede con calidad y hábitos del sueño, se concluye que los encuestados tienen buena calidad, con una puntuación de 4,4 puntos en el Índice de Pittsburg.

El promedio de los conductores duerme 8,6 horas, sumados los distintos tramos que duermen en un día laboral. Un 45% declara tener una buena calidad de sueño, demorándose, en su mayoría, menos de 15 minutos en dormirse. Un 60% reporta que ninguna vez en el último mes ha sufrido problemas al dormir, tales como dolores, pesadillas, sentir demasiado calor o frío, tener que levantarse al baño, despertarse durante la noche o no poder conciliar el sueño en la primera media hora.

Junto a lo anterior, un 95% no ha tomado medicinas para dormir en el último mes, más de un 60% y 70% no ha sentido somnolencias durante el día y no ha tenido problemas de ánimos para realizar sus actividades, respectivamente.

En síntesis, aunque la calidad de sueño tiene una evaluación positiva por parte de los conductores, estos mismos reportan hábitos no saludables en la alimentación (horarios, lugar de alimentación y tipo de alimentos) y estilo de vida, lo cual se suma a horarios laborales variables y sistemas de turnos; alto sedentarismo, tabaquismo, y presencia enfermedades físicas, principalmente la hipertensión.

Lo anterior representa múltiples desafíos, que en medidas de corto plazo podrían presentar cambios a nivel cotidiano, propiciando una dieta balanceada y acorde al bajo nivel de actividad física, aspirando modificaciones al mediano y largo plazo que contemplen contratos de turnos fijos, donde los días de descanso sean una obligación, y los horarios de alimentación y correcto

descanso sean una medida a resguardar por el conductor, la empresa y sus medios de fiscalización.

## 2. Análisis de entrevistas a sub-muestra conductores participantes del estudio

Ambos entrevistados participantes de la sub-muestra del proyecto, destacan por tener gran experiencia en el rubro de la conducción de buses, desempeñándose en esta función por más de 20 años en distintas rutas: nacionales e internacionales.

### *Sobre la Rutina de trabajo*

Tal como se estipuló, los individuos seleccionados por la empresa para participar en el proyecto como parte de la sub-muestra y hacerles el respectivo seguimiento diario, estaban a cargo de un bus de transporte de personas con ruta estable desde Santiago hacia Puerto Montt y viceversa.

En la práctica, esta ruta implica la conducción de aproximadamente 14 horas continuas entre ciudad y ciudad, sin paradas en otras ciudades para recoger pasajeros, llevándose a cabo en la noche, para llegar al lugar de destino en horas de la mañana siguiente.

Durante las horas de conducción, los trabajadores deben realizar cambios de turnos cada 4 horas de manejo, alternando con 4 horas de descanso. En el caso de aquellos conductores que realizan ruta hacia el norte, la distribución de turnos tiende a dividirse en 4 tramos: 7 horas de manejo y 7 horas de descanso para cada conductor, aproximadamente.

Al llegar al lugar de destino, entre las 9 y las 10am, el conductor que va manejando debe dejar el vehículo en la zona del taller mecánico para asegurarse de que se realicen las revisiones y mantenimientos correspondientes, lo cual comprende desde actividades como el cambio de aceite, engrasado, revisión de neumáticos, carga de combustible e incluso el lavado del bus. En caso de que el bus llegue con algún problema en particular, es el conductor el encargado y responsable de verificar y supervisar una revisión exhaustiva por parte de los mecánicos.

*“Tuve que esperar que lo hagan (la revisión), traer yo mismo el repuesto, yo mismo lo coloqué ya y listo, estamos listos. Entonces yo ahí me fui al otro taller... fui a echar combustible, a ver los baños, a ver la máquina. Ya me dieron las 2 de la tarde, me vine a almorzar y dormí hasta las 4:30, porque aparte dejamos las frazadas aquí para lavarlas, entonces hay que estar temprano para ir a buscarlas y llegué aquí a las 5. Mientras fuimos a dejar las frazadas, después fuimos a la oficina por los audífonos. Fui a dejar unos audífonos porque un pasajero me los rompió, entonces no alcanzó a estar listo y ahí venía, ¿entonces dormí cuánto? Dormí como 2*

*horas y media, nada más”.*  
(Entrevistado 2 sub-muestra)

Ambos conductores almuerzan entre las 13hrs, para disponerse a descansar a partir de las 14hrs, aproximadamente. Para ello, la empresa tiene a disposición de sus trabajadores habitaciones para que puedan dormir y las instalaciones necesarias para el aseo personal, de modo de reincorporarse a la jornada laboral a partir de las 18hrs, y retomar la conducción a las 21hrs.

Con respecto a la calidad de sueño y descanso, los entrevistados tienen percepciones distintas: uno percibe tener un buen dormir y el otro siente que duerme mal y poco. El primero de ellos menciona que logra conciliar el sueño fácilmente, sin necesidad de la ingesta de medicamentos, y que no presenta problemas ni alteraciones durante su sueño. Como consecuencia, califica su sueño como reparador, de modo que al dormir 1, 2 o 3 horas alcanza a dormir profundamente y sentirse descansado posteriormente.

Mientras que el segundo de los entrevistados menciona estar muy cansado; el primer día de descanso que tiene, se acuesta a las 10 de la noche y no despierta hasta el otro día, agotado. Además, menciona que, durante los días de trabajo, no logra dormir bien en la litera del bus, ya que se despierta con cada movimiento que hace la máquina al acelerar o al frenar, por lo que de las 4 horas, logra dormir efectivamente solo una hora.

### *Rol del conductor*

En cuanto a la percepción del rol como conductor, destaca la importancia de ejercer bien este trabajo, en función de la responsabilidad que implica garantizar seguridad para los pasajeros que transportan. No obstante, existirían aspectos negativos asociados a este rol.

- (1) **Fiscalización material vs personal:** a juicio de los entrevistados, el sistema de trabajo en la cual están insertos permitiría la ocurrencia de accidentes de tránsito. En consecuencia, describen la ejecución de procesos de fiscalización de las condiciones materiales de los buses como medidas preventivas durante los periodos de mayor demanda como vacaciones o fines de semana largos (revisión del estado de neumáticos, vidrios, motor, etc.), mientras que no se daría igual relevancia a las condiciones laborales de los conductores, verificando si éstas son propicias para el buen desempeño en la realización de su tarea.
- (2) **Sistema de contratos diversos:** en la empresa estudiada, se pudo detectar la existencia de dos modalidades de trabajo, diferenciados principalmente según la remuneración recibida. Una de estas modalidades corresponde a un contrato de trabajo con sueldo fijo, modalidad

a la cual se acogen los dos entrevistados seleccionados por la empresa para este estudio. Así mismo, solo un 10% de los trabajadores de esta empresa tendrían este tipo de contrato, mientras que el resto trabaja con una modalidad contractual distinta a la que denominan “trabajo a porcentaje”.

El tipo de contrato con sueldo fijo lo denominan “9x5”, donde se trabajan 9 días consecutivos y se descansan los 5 días siguientes. Los entrevistados manifiestan estar conformes con este tipo de sistema de trabajo ya que esta división de días les permite reponerse y descansar durante un periodo razonable -5 días- de modo de poder tener un buen rendimiento y desempeño los días de trabajo -9 días-. A esta modalidad contractual se le asocia una remuneración mensual fija de \$800.000 impositivos, y el trabajo de un bus predefinido por cada 3 conductores.

Este sistema fue adoptado por la empresa analizada proveniente de otras empresas que fueron adquiridas por ésta. La empresa actual propone a los trabajadores de las empresas adquiridas respetar el sistema de turnos con el que provienen o cambiarlos a la modalidad “trabajo a porcentaje”.

La modalidad de trabajo “a porcentaje” aparentemente estaría mejor remunerado, ya que se recibe un sueldo en función de las horas trabajadas: formalmente sería 24x6, donde se trabajan 24 días seguidos y se descansan 6.

Sin embargo, los entrevistados revelan que esta modalidad implica un mayor riesgo tanto para los trabajadores como para la seguridad de los pasajeros, ya que según cuentan, existirían colegas que trabajan 3 o 4 meses consecutivos, sin tener días de descanso entre medio, lo que tendría repercusiones en la salud de los conductores.

*“Ellos (los conductores) no respetan las horas de descanso, por ejemplo, aquí tenemos por ley interna de la empresa trabajar 4 horas no más y no po, ellos van miti y miti. Si el recorrido demora 12 horas ellos hacen 6 y 6, entonces ya son 2 horas más y es por eso que fue que tuvimos un accidente no hace mucho tiempo atrás. Chocó una máquina, porque el hombre, a lo mejor, iba agotado. Viene saliendo un camión y el hombre no se percató de eso. ¿Qué pasó ahí? Quiso desviar, chocó con la barrera. Lamentablemente murió un niño. Entonces son cosas que uno de repente como conductor tiene que ponerse la mano en el corazón y ser responsable. No todos son así, le vuelvo a decir la calidad ahora no es calidad, es cantidad no más. No tenemos una calidad de conducción”.*

(Entrevistado 2 sub-muestra)

Esta modalidad de trabajo resulta ser atractiva para los conductores ya que permite acceder a remuneraciones más elevadas a pesar de no contar con estudios, años de experiencia u otras características necesarias para recibir un sueldo mayor, como ocurriría en otros rubros.

Ambos entrevistados manifiestan adherir a la primera modalidad de trabajo descrita, de manera conforme. En efecto, uno de ellos habría tenido la experiencia de trabajar *a porcentaje*, razón por la cual decide cambiarse a la modalidad de pago a sueldo fijo por considerarlo más *beneficioso* para el conductor en el largo plazo:

*“Yo estaba a porcentaje, entonces habían 3 o 4 meses prácticamente que yo ganaba plata, y los otros meses sacaba una miseria. Con decirle, por ejemplo, digamos en enero yo ganaba 900 pa’ mi bolsillo. En febrero yo ganaba un millón dos, en marzo ganaba 600, en abril ganaba 300, en mayo 250. Así era y así, los otros. Junio, Julio, Agosto, malo. En promedio 250. ¿Me entiende?”.*

(Entrevistado dos sub-muestra).

Además, la modalidad de trabajo *“a porcentaje”* afecta el ingreso y permanencia de buenos trabajadores, ya que un conductor al trabajar más días de los 24 que le corresponden, impide que otro conductor -luego de haber estado cumpliendo con sus días de descanso- se pueda reincorporar al trabajo. De manera que al no tener garantizado el poder cumplir con los días laborales que le corresponden, los trabajadores deciden renunciar y cambiarse de empresa.

El otro entrevistado revela no estar dispuesto a trabajar con la modalidad *a porcentaje*, ya que prioriza su calidad de vida por sobre la posibilidad de obtener una mayor remuneración.

**(3) Irregularidades:** para los entrevistados, el trabajo como conductor acarrea otros aspectos negativos al considerar, por ejemplo, la temática de las licencias y las solicitudes de vacaciones. En el caso de las licencias por enfermedad, los entrevistados reclaman que el sueldo recibido al solicitar una licencia se ve mermado, ya que se descuentan los días no trabajados, y se dan dificultades y obstáculos que impiden tener esta posibilidad en caso de enfermedad. Por otra parte, en cuanto a las vacaciones, los entrevistados comentan que la empresa permite tomar vacaciones durante el periodo de febrero -periodo de alta demanda de buses por las vacaciones- ya que la empresa contrata a personal extra para dar a vasto. Sin embargo, estas solicitudes tampoco son expeditas y resultan dificultosas, ya que la empresa exige a sus trabajadores trabajar durante estos periodos de alta demanda.

*“Nosotros no podíamos enfermarnos, de hecho, una vez me enfermé y el COMPIN a uno le paga con lo tributado que era \$400 mil, entonces, cuando vine aquí, donde la señora a reclamarle por qué me habían pagado tan poco. Me dieron 11 días de licencia. Yo estaba realmente enfermo. En 10 años era primera vez que había tomado licencia. Entonces la*

*señorita dijo; no, dijo, porque esa plata usted la perdió, porque usted no trabajó. Sí, pero yo estuve enfermo. Debería ser el sueldo el mismo, porque el sueldo es uno solo, si estamos a contrato”.*

(Entrevistado 2 sub-muestra)

Otra dificultad planteada tiene que ver con los cambios de programación de horarios y rutas ante eventualidades. En efecto, la empresa no siempre respetaría los horarios de trabajo, las rutas preestablecidas, los buses asignados, los días de descanso, entre otros, pudiendo solicitar a sus conductores que trabajen días extras, en rutas, horarios y buses distintos a lo consignado por el trabajador de manera extraordinaria, sin que esto signifique una remuneración extra para éstos.

Así mismo, la empresa exige a sus conductores que mensualmente realicen un mínimo de 20 viajes ida y vuelta, pero este número solicitado no siempre coincide con los días del mes, pudiendo en algunos casos, hacer más de 20 vueltas en un mes, o menos de 20, según los días de trabajo y los de descanso. Pero nuevamente, los entrevistados mencionan que las vueltas extra por mes no serían remuneradas de manera correcta. Como solución a estas irregularidades, uno de ellos menciona llevar un seguimiento personal en un cuaderno, de modo de tener un registro como respaldo y evitar así prácticas abusivas.

#### *Consecuencias de ser un conductor*

- (1) **Incompatibilidad con la vida familiar:** los entrevistados mencionan que el tipo de trabajo que desempeñan acarrea dificultades que afectan distintos aspectos de la vida personal del trabajador. Por ejemplo, las largas jornadas laborales y los turnos de trabajo asociados imposibilitan disponer de tiempo individual para realizar o participar de otras actividades fuera del horario laboral. Con ello, se ve limitada la posibilidad de que los conductores participen de celebraciones familiares tales como aniversarios de matrimonio, cumpleaños, bautizos, y cualquier otro hito importante de la vida familiar; así como también se ven mermadas las relaciones afectivas entre los miembros de la familia con el conductor, por encontrarse fuera del hogar por periodos largos y reiterados, o por tener que descansar y dormir en horarios donde la familia despliega sus dinámicas relacionales internas.
- (2) **Insatisfacción laboral:** otra consecuencia que acarrea el tipo de trabajo en el que se desempeñan los conductores, tiene que ver con la insatisfacción laboral. En efecto, los entrevistados manifiestan tener sentimientos de tristeza y sensación de abandono en su trabajo, por varias razones, aseverando incluso que, si dependiera de ellos, no volverían a trabajar en este rubro.

*“Si volviera a nacer por ningún motivo sería conductor”* (Entrevistado 1, sub-muestra)

Entre las razones que generan insatisfacción laboral por parte de los conductores, se encuentra la percepción de inseguridad y falta de protección laboral. Los entrevistados mencionan que carecen de organismos que los defiendan y se preocupen por las condiciones laborales en las que trabajan, y con ello, una legislación que los respalde y proteja.

Además, los entrevistados manifiestan no tener ningún tipo de reconocimiento ni valoración por parte de la misma empresa en función del trabajo que llevan realizando hace años, ya sea por el buen desempeño, comportamiento, por los años de servicio, u otro, expresado en reconocimientos simbólicos ni monetarios.

Para ellos es importante que las empresas se preocupen por sus conductores, verificando que éstos trabajen descansados, y así cuidar el prestigio de la misma empresa, promoviendo una imagen que genere confianza en los usuarios. Por ejemplo, uno de los entrevistados hace referencia a algunas buenas prácticas que realizaba la antigua institución donde trabajaba como conductor: cursos de capacitación de primeros auxilios, atención al cliente, modales, entre otros; prácticas que, a su juicio, daban cuenta de la preocupación por parte de la empresa por la formación integral de sus trabajadores. En efecto, los entrevistados relatan que la empresa contrata personal sin verificar los años de experiencia, poniendo énfasis en contar con una cantidad de conductores para la flota de buses, por sobre la calidad de sus trabajadores, dando por supuesto que vienen capacitados.

Otra razón que repercute en la sensación de insatisfacción laboral por parte de los entrevistados, se relaciona con la desvalorización social asociada a su trabajo. Los entrevistados manifiestan que el desprestigio social queda en evidencia al momento de la ocurrencia de accidentes, donde los primeros juicios recaen sobre el conductor, desde la opinión pública y los medios de comunicación, tachándolos de irresponsables y delincuentes, sin indagar o profundizar acerca de las razones y factores que influyen en los accidentes de buses de personas.

**(3) Fatiga Laboral:** los entrevistados reconocen haber tenido en ocasiones episodios de fatiga y somnolencia mientras se han encontrado conduciendo. Las razones por las que esto ocurre, están asociadas a cansancio acumulado y condiciones climáticas de dificultad que agregan un componente de estrés, tales como neblina, escarcha o lluvia en la ruta. En estas situaciones, comentan que lo que hacen inmediatamente es despertar al conductor

reemplazante, para evitar algún otro episodio de fatiga, independientemente de si se han cumplido las 4 horas de conducción del turno.

Para prevenir estos episodios, relatan haber dejado de comer en las noches, ya que esto influiría negativamente.

**(4) Estado de salud y alimentación:** otras consecuencias que acarrea el trabajo como conductor, se relaciona con salud y alimentación. Debido a que el trabajo implica pasar varias horas sentados o en la litera del bus, los entrevistados comentan sufrir de calambres por la mala circulación sanguínea. Además, manifiestan sufrir enfermedades como hipertensión y artrosis en la rodilla, y no realizar ningún tipo de ejercicio físico, por falta de tiempo dada la dinámica de su trabajo, a pesar de disponibilidad de gimnasio. Respecto a la alimentación, los entrevistados mencionan que debido a su trabajo, resulta difícil tener una dieta ordenada y saludable. La empresa ofrece colaciones las cuales constan de un pan con algún tipo de acompañamiento, y arroz, pollo o garbanzos para los almuerzo o cenas en el casino, comidas que dejan de ser atractivas por ser reiterativas.

### ***Sobre la participación en el proyecto***

Los entrevistados manifiestan gratitud por haber participado en el proyecto de investigación ya que consideran relevante la temática de la fatiga laboral por sus implicancias en la seguridad de los conductores y los pasajeros que transportan y piensan que fue útil como un ejercicio individual de autoevaluación. Consideran necesario que se dé cabida a estos tópicos y que las preocupaciones sean de conocimiento de instituciones relevantes como el Ministerio de Transporte, de Salud, y del Trabajo.

Reconocen haber sido criticados por algunos de sus colegas por participar en el estudio, sin embargo, creen necesario colaborar para que se tomen las medidas requeridas para mejorar las condiciones de los conductores.

Acerca del uso del wearable, surgieron algunas críticas dirigidas a la usabilidad del dispositivo. Por ejemplo, se menciona que, al contacto con el agua tibia, la goma que afirma el wearable se dilata y queda suelto el dispositivo, tendiendo a caerse constantemente. Mientras que, respecto a la sincronización del aparato, reconocen haber tenido dificultad para hacer esta actividad por sí mismos.

En cuanto al dispositivo de cabina de reconocimiento facial, se hace referencia a que una de las luces causaba molestia en los ojos en un principio, pero que aparte de eso, se considera como

un buen dispositivo para prevenir accidentes y que ayuda a mantener la disciplina en el trabajo, a pesar de las críticas de parte de los colegas conductores.

## V. Resultados: análisis cuantitativo de registros

### 1. Análisis de información recolectada por dispositivo wearables: creación del *índice de calidad de descanso*

Durante el 31 de julio al 14 de septiembre del año 2016 se realizó el seguimiento diario de 3 individuos pertenecientes a la sub muestra seleccionada, para capturar los datos por medio del dispositivo wearable. No obstante, solo se logró registrar los datos de 2 de ellos, ya que el tercero desertó de seguir trabajando para la empresa por motivos personales, ajenos a esta investigación.

A cada conductor se le solicitó usar el dispositivo wearable en su muñeca las 24 horas del día, los 7 días de la semana, por todo el periodo de tiempo que durara el pilotaje, incluso en sus días de descanso.

Con ello, también se les visitó en su lugar de trabajo -al menos una vez a la semana- para realizar la sincronización de los datos registrados por el dispositivo con el software de fábrica asociado a Misfit Shine 2.

Luego de un primer análisis de los datos almacenados por los wearables, fue posible detectar periodos donde no existe registro de éstos, lo que se atribuye a dificultades en la sincronización de los dispositivos con el sistema de gestión que administra los datos de fábrica; y porque, en otras ocasiones, los individuos de la sub-muestra reconocieron no usarlo por uno o dos días.

Sub muestra	Días de uso de wearable	Días sin información
Individuo 1	46 días	11
Individuo 2	47 días	23

Tabla 1: Total de días registrados por dispositivo wearable según individuo.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados por los wearables

Además, se evidencia que el dispositivo wearable solo registra y clasifica las “sesiones de sueño” cuando el usuario tiene periodos de descanso mayores a 6 horas de corrido. Por lo que, debido al tipo de trabajo y jornada de descanso de los participantes de la sub-muestra -quienes descansan en periodos de 4 horas durante los viajes- el dispositivo no logra registrar por sí mismo estas sesiones de sueño.

En efecto, la aplicación que administra los datos asociada al dispositivo wearable entrega un valor denominado *Nivel de actividad*, con lo cual se pueden inferir sesiones de descanso o reposo cuando las cifras son más cercanas a cero.

No obstante, se decidió crear un indicador que permitiera distinguir de forma estandarizada entre un descanso adecuado, y un descanso con movimiento –entendido como un mal descanso- denominándolo *Índice de calidad de descanso*, asumiendo que aquellos valores más cercanos a cero, se relacionan con un descanso más óptimo.

Para ello, se analizaron 416 registros medidos entre el 31 de julio de 2016 al 1 de agosto de 2016 (ver detalle en Anexo III), considerando los *niveles de actividad* asociados y los valores que la aplicación clasifica como “sesiones de sueño” para cada conductor, donde se obtiene lo siguiente:

	Individuo 1	Individuo 2
Promedio	1.2579	1.2323
Desviación	3.1608	2.3683

Tabla 2: Estadísticas de los valores clasificados como “Sesiones de sueño” clasificados por la aplicación automáticamente.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados por los wearables

Luego, se procedió a analizar los niveles críticos para cada conductor (<5 para Individuo 1 y <4 para Individuo 2), es decir, los valores de *nivel de actividad* más cercanos a cero, donde se puede inferir que ocurrieron periodos de descanso, obteniendo la siguiente estadística descriptiva:

Ítem/Conductor	Individuo 1	Individuo 2
percentil 10	0	0
percentil 20	1	2
percentil 30	4	4
percentil 40	6	7
percentil 50	8	10
percentil 60	11	13
percentil 70	15	18.2
percentil 80	23	30
percentil 90	45	50
Proporción menor a nivel de actividad 10	0.5417	0.4977
Proporción menor a nivel de actividad 5	0.3489	0.3194
Proporción con niveles 0 o 1	0.2035	0.1764

Tabla 3: Distribución de los *niveles de actividad* analizados para ambos conductores. En una primera parte, se muestran los percentiles de la distribución de los niveles de actividad registrados y analizados. La mitad de tiempo se tiene actividad menor a 10 y la otra mitad, mayor a 10. Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados por los wearables

Para determinar un nivel crítico de descanso/no descanso aceptable, es plausible modelar abstractamente la jornada de vida diaria de los individuos dividida en dos partes: una correspondiente a actividad intensa, propia del quehacer diario; y otra correspondiente a actividad leve, propia de los momentos destinados al descanso.

Con los datos de la tabla anterior, se puede concluir que alrededor de la mitad de las mediciones están bajo el nivel de actividad 10, lo cual permite establecer una separación entre las mediciones menores a 10, y otra para las mediciones mayores a 10.

Para afinar el análisis, y en función de los resultados de las tablas 2 –información entregada por la aplicación clasificada como “sesiones de descanso”- se consideran tres criterios de nivel crítico para la creación de un *índice de calidad de descanso*:

1. **Exigente:** para los niveles de actividad **0 o 1** (alrededor del 20% de los casos).
2. **Medio:** para los niveles de actividad bajo el **nivel 5** (un poco más del 30% de los casos).
3. **Flexible:** para los niveles de actividad bajo el **nivel 10** (alrededor de la mitad de los casos).

De esta manera, se construyen tres variables de modo de medir el descanso previo al viaje, observando los datos en un rango de 12 horas previas al inicio del turno:

- $b_0$  = Número de horas con un nivel de actividad 0 o 1.
- $b_5$  = Número de horas con un nivel de actividad menor a 5.
- $b_{10}$  = Número de horas con un nivel de actividad menor a 10.

Para indicar una medida que pueda servir para medir la calidad del descanso 12 horas antes del turno, se construye una variable que indica el número máximo de horas seguidas bajo el nivel crítico (niveles de actividad menores a 5 o 10), es decir:

- $s_0$  =  $\text{máx} \{ \{ \text{horas seguidas con nivel 0 o 1} \} \}$
- $s_5$  =  $\text{máx} \{ \{ \text{horas seguidas con nivel menor a 5} \} \}$
- $s_{10}$  =  $\text{máx} \{ \{ \text{horas seguidas con nivel mayor a 5} \} \}$

Por ejemplo, en la siguiente figura correspondiente al **Individuo 2**, se tiene que el nivel de actividad es 583,  $b_0 = 2$ ,  $b_5 = 4$ ,  $b_{10} = 4.5$ ,  $s_0 = 1$ ,  $s_5 = 2$ ,  $s_{10} = 2.5$

Hora	Duracion_min	Nivel_actividad	nivel ajustado
7:30:00	30	0,022777778	16
8:00:00	30	0,015000001	11
8:30:00	30	0,003888889	3
9:00:00	30	0,018333334	13
9:30:00	30	0,027777777	20
10:00:00	30	0,028888889	21
10:30:00	30	0,061111113	44
11:00:00	30	0,087777779	63
11:30:00	30	0,142777778	103
12:00:00	30	0,091111111	66
12:30:00	30	0,003888889	3
13:00:00	30	0,057222223	41
13:30:00	30	0	0
14:00:00	30	0	0
14:30:00	30	0,003888889	3
15:00:00	30	0,005555556	4
15:30:00	30	0,009444445	7
16:00:00	30	0,030555556	22
16:30:00	30	0,001111111	1
17:00:00	30	0,000555556	0
17:30:00	30	0,052777779	38
18:00:00	30	0,113888891	82
18:30:00	30	0,031111111	22

Figura 2: Ejemplo de datos del **Individuo 2** de modo de ejemplificar los valores críticos.

Con la construcción de este indicador, se espera evaluar posibles correlaciones con los episodios de fatiga y/o distracción, y contrastarlo con la variable *Nivel de actividad*, corrigiendo así posibles sesgos y datos que esta variable no está capturando, al no registrar por si misma las *sesiones de sueño* de los usuarios, en función de la modalidad de trabajo en la que se desempeñan (turnos de descanso de menos de 6 horas de duración).

## 2. Análisis de información recolectada por dispositivo de cámara de cabina

Durante el periodo del registro del dispositivo DSS Fleet, se realizó el monitoreo de 2 de 3 de los individuos seleccionados de la sub-muestra, ya que uno de ellos dejó de trabajar para la empresa, marginándose del estudio. Este punto cobra relevancia para la investigación, ya que los buses de esta empresa funcionan con 3 conductores por bus, por lo que el conductor que renunció fue reemplazado por 4 individuos distintos durante todo el periodo de registro, quienes no fueron parte del monitoreo diario por medio de los wearables. Sin embargo, estos individuos fueron capturados por el DSS Fleet, registrando sus episodios de somnolencia y distracción, lo que nos sirve como información de referencia a contrastar con los usuarios de la sub-muestra.

En términos descriptivos se obtuvieron un total de 371 episodios de somnolencia y/o distracción detectados automáticamente por el dispositivo de cabina. De estos, el 20% resultaron ser falsos positivos, los cuales fueron corregidos manualmente tras una revisión exhaustiva de todos los registros. Es decir, 20% de estos episodios fueron detectados y clasificados por el sistema informático del DSS Fleet de manera incorrecta, registrando como eventos de somnolencia, eventos que en realidad podrían haber sido definidos como distracción –y viceversa- situación que fue posible corregir revisando manualmente cada uno de los videos registrados, y reclasificándolos según correspondía.

	Frecuencia	Porcentaje
Episodios correctamente detectados	298	80%
Falsos positivos	73	20%
<b>Total</b>	<b>371</b>	<b>100%</b>

Tabla 1: Frecuencia y porcentaje de episodios de fatiga y distracción, según datos entregados por el sistema informático y datos corregidos de manera manual. Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados por la cámara de cabina.

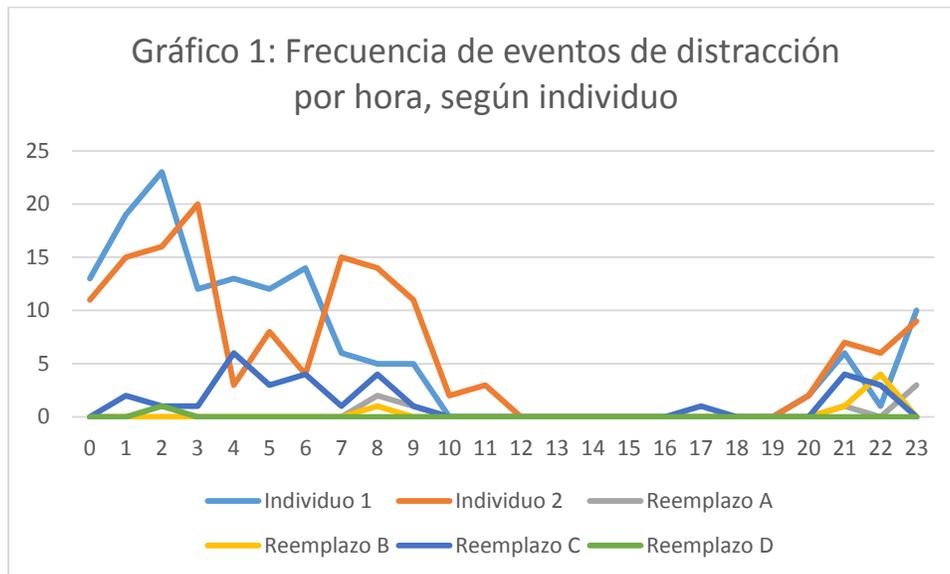
Tal como se aprecia a continuación, los individuos seleccionados por la empresa de transporte de personas para ser parte de la sub-muestra del trabajo de campo, presentaron muy pocos episodios de somnolencia, sumando entre ambos 3 casos aislados, mientras que los individuos que no participaron directamente del estudio (4) tuvieron más episodios de somnolencia y distracción en menos días de monitoreo.

	Somnolencia	Distracción	Nº días de monitoreo
<b>Individuo 1</b>	2	157	39
<b>Individuo 2</b>	1	146	40
<b>Reemplazo A</b>	16	7	6
<b>Reemplazo B</b>	2	6	4
<b>Reemplazo C</b>	2	31	15
<b>Reemplazo D</b>	0	1	1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>348</b>	<b>105</b>

Tabla 2: Frecuencia de episodios de fatiga y distracción, por individuos de la sub muestra y reemplazos. Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados por la cámara de cabina

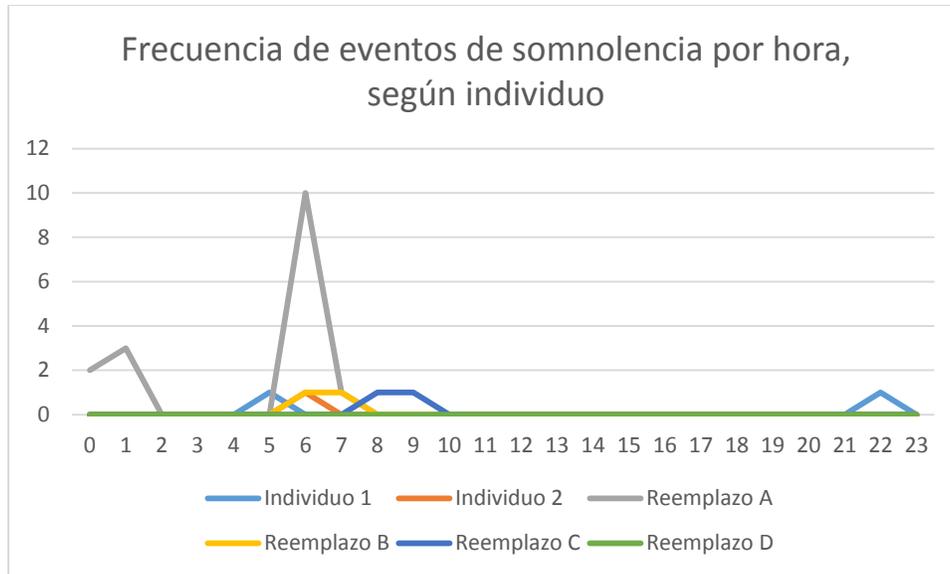
Al analizar la prevalencia de episodios de distracción para todos los conductores -individuos 1 y 2, más los conductores reemplazantes- según la hora del día en que estos se producen, se puede apreciar gran dispersión de los eventos, concentrándose principalmente en horas de la madrugada (entre las 00 y 3am) y en horas de la mañana (entre las 5 y 9am).

En los horarios entre las 12hrs y las 16hrs no existen eventos de distracción ya que es justamente el periodo de tiempo donde el bus llega al terminal y los conductores se bajan de a máquina (Gráfico 1).



Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados por la cámara de cabina

En cuanto a la prevalencia de episodios de somnolencia según hora del día, se puede apreciar que los eventos se concentran entre las 5 y las 7 de la mañana, tanto en los individuos pertenecientes a la sub-muestra como los remplazantes.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados por la cámara de cabina

En términos generales, se detectó escasos episodios de somnolencia, lo que se destaca positivamente en comparación con la tendencia de otras empresas de similares características (ver Anexo VI). Esto podría deberse a la experiencia de los conductores, lo que se traduce en un buen dominio de la ruta -en este caso, ruta hacia el sur de Chile- así como también en el desarrollo de conductas de manejo responsable y autoconocimiento personal que permiten evitar posibles episodios de fatiga y cansancio, realizando los relevos de turnos en los tiempos óptimos.

### 3. Análisis de relación entre registros de dispositivos wearables y registros de cámara de cabina

En este apartado se presentan los resultados de las relaciones entre el *nivel de actividad* y la ocurrencia de *episodios de fatiga y/o distracción* durante la conducción de vehículos de transporte de pasajeros, por medio del registro obtenidos por los wearables, y por la cámara de cabina. Para saber más acerca de la construcción del indicador *nivel de actividad*, ver Anexo III.

Variables	Definición	Fuente de información
<i>Nivel de actividad del usuario</i>	Nivel de actividad del usuario registrada por el dispositivo wearable, durante las 12 horas previas al viaje, registrando información cada 30 minutos. Con dicha información, se generó un <i>índice de calidad de descanso</i> .	Dispositivos wearables
<i>Episodios de fatiga y/o distracción</i>	Ocurrencia de episodios de <i>fatiga y/o distracción</i> , durante la jornada laboral del usuario.  -Se denomina episodio de <i>fatiga</i> cuando el conductor tiende a cerrar sus ojos por 1,5 segundos o más, encontrándose manejando el vehículo de transporte a una velocidad de 10km/h, o más.  -Se denomina episodio de <i>distracción</i> cuando el chofer gira su cabeza por más de 4 segundos en una posición distinta a la postura orientada hacia al frente del manubrio, con el vehículo en movimiento encontrándose a una velocidad de al menos 25km/h.	Registros de cámara de cabina
<i>Índice de calidad de descanso</i>	Número crítico que sirve para determinar los registros de <i>nivel de actividad</i> bajos que dan cuenta de sesiones de descanso de los usuarios.	Indicador construido a partir de la variable <i>nivel de actividad del usuario</i>

En base a lo anterior, se testearon estadísticamente dos hipótesis considerando como unidad de análisis todos los *viajes* para los cuales se contaba con información del *Nivel de actividad del usuario en el día previo al viaje*, y la ocurrencia de *episodios de fatiga y/o distracción en el viaje*:

- H1: relación negativa entre el índice de *calidad de descanso*, y la probabilidad de ocurrencia de un *episodio de distracción*.
- H2: relación negativa entre el índice de *calidad de descanso*, y la probabilidad de ocurrencia de un *episodio de fatiga*.

### **Hipótesis 1: relación entre índice de *calidad del descanso* y *episodios de distracción***

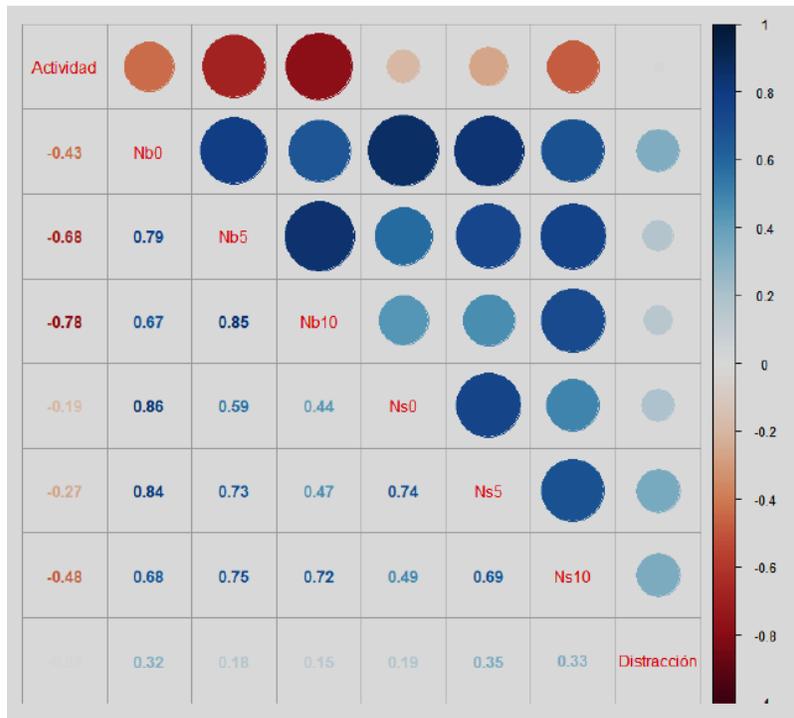
Los resultados del análisis de regresión muestran que no existe una relación significativa entre el índice de la *calidad del descanso* del día previo a la conducción y la *ocurrencia de un episodio de distracción* durante el viaje.

Sin embargo, al realizar un análisis de regresión contrastando el *nivel de actividad*, con la *ocurrencia de episodios de distracción*, se obtienen resultados distintos. Tal como se ve en la tabla de abajo, se evidencia una **relación creciente y estadísticamente significativa**, donde a menor *nivel de actividad* del usuario en el día previo al viaje (cercano a 0), se registran menos eventos de distracción. De modo que se podría precisar que los dispositivos wearables podrían servir como herramienta efectiva para estimar y prever posibles episodios de distracción, según el *nivel de actividad que reporten*.

	Coeficiente	Valor p	R <sup>2</sup>
Nivel de actividad usuario 1	0.004766	0.000503***	0.3895
Nivel de actividad usuario 2	0.005020	0.000199***	0.4589

Resultado de análisis de regresión que pasa por el origen del Nivel de Actividad, explicando la cantidad de distracciones.

A nivel agregado, se realizó un mapa de correlaciones para distintos niveles del índice de *calidad del descanso*, pero nuevamente no se obtuvo significancia estadística para este indicador, tal como se muestra a continuación:



Mapa de colores que indican las correlaciones entre distintos niveles de *índice de calidad de descanso* y *ocurrencia de episodios de distracción* a nivel agregado de los dos casos estudiados.

Para construir un modelo de *nivel de actividad* y *ocurrencia de episodios de distracción* a nivel conjunto –considerando los dos casos a la vez-, se censuró la base de datos descartando aquellos turnos donde no se registraron episodios de distracción. Ante lo anterior, se obtienen correlaciones negativas significativas entre el *nivel de actividad* e *índice de calidad de descanso*; mientras que se observa una leve correlación positiva entre *nivel de actividad* y *ocurrencia de episodios de distracción*, consistente con los resultados anteriores.

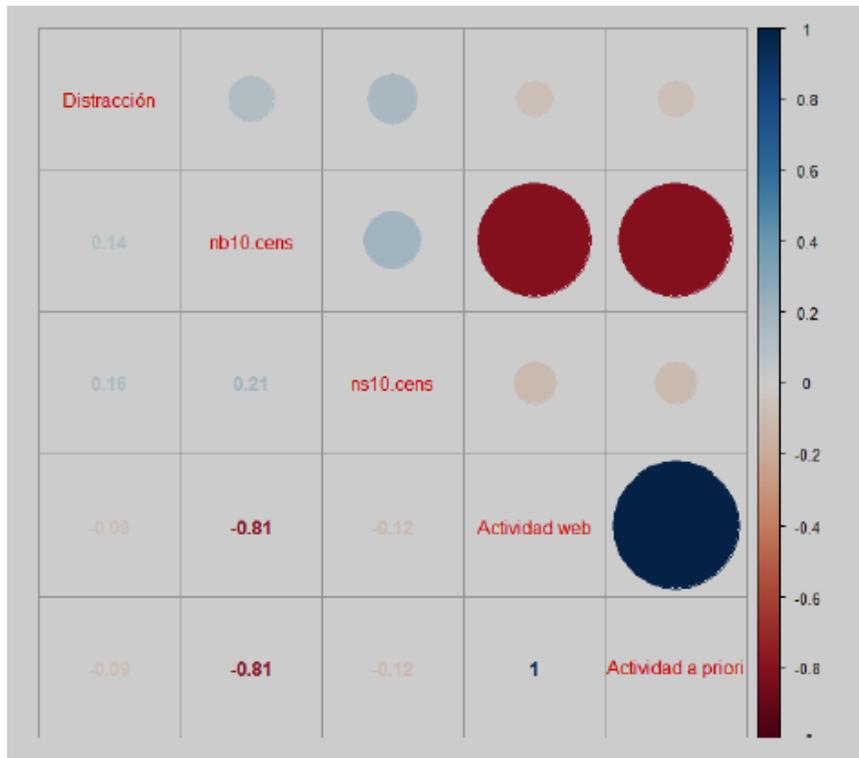


Figura 4: Mapa de colores que indican las correlaciones entre los niveles de actividad, descanso y distracciones a nivel agregado de los dos conductores, donde se censuraron los registros sin distracciones.

### Hipótesis 2: relación entre índice de *calidad del descanso* y *episodios de fatiga*

Para probar esta hipótesis, se debe considerar que la cámara de cabina registra 3 eventos de fatiga durante todo el seguimiento realizado a los dos conductores de la sub-muestra estudiada. Sin embargo, para solo uno de estos eventos se contó también con los datos de los wearables. Mientras que para los otros dos eventos, los wearables no registraron actividad alguna. La razón de lo anterior se desconoce, pero se puede intuir que el wearable no almacenó correctamente la información, o porque los usuarios no utilizaron el dispositivo de manera correcta.

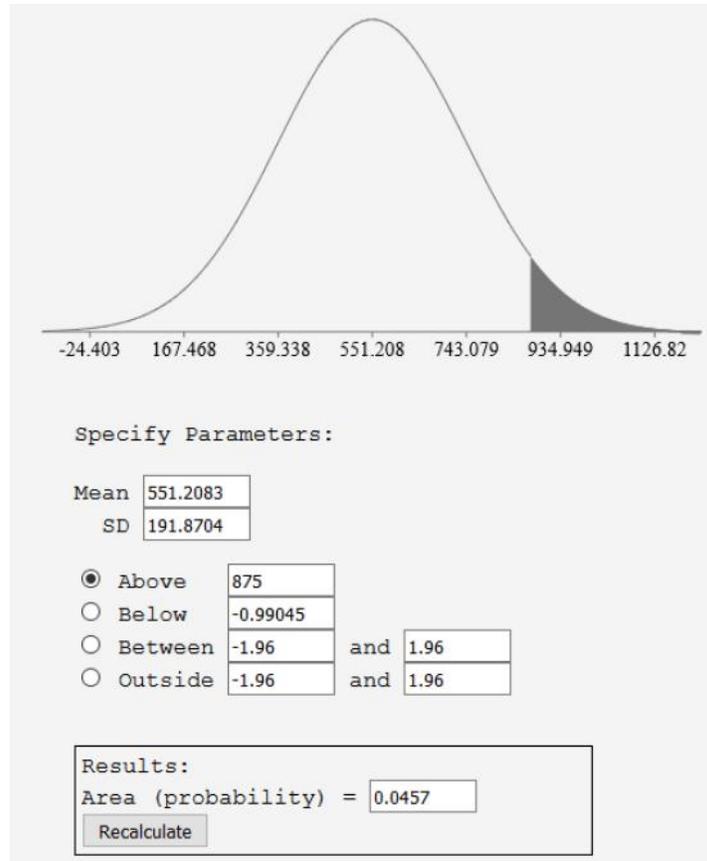
Por lo tanto, el análisis realizado solo consideró un evento de fatiga, ante lo cual se decide proceder con los análisis respectivos de igual forma, pero solo a modo de exploración, ya que se reconoce la imposibilidad de emitir conclusiones con un único caso.

En consecuencia, el único evento de fatiga registrado, tiene asociado un *nivel de actividad* de 875 unidades. Además, el promedio del *nivel de actividad* de todos los registros del individuo analizado es de  $\bar{x} = 551.2083$  unidades, donde la desviación estándar es  $\sigma = 191.8704$ .

Con los datos anteriores, se realizó un test de normalidad de Shapiro-Wilk (Shapiro, 1956)<sup>10</sup> sobre los *niveles de actividad*, obteniendo:

$$W = 0.97054, \text{ Valor } p = 0.6803$$

Los estadísticos anteriores permiten considerar que los *niveles de actividad* tienen una distribución normal. Luego, se procede a testear si el *nivel de actividad* asociado al único evento de fatiga “está suficientemente cerca” o no del promedio de actividad:



Lo anterior indica que a un 95% de confianza es posible rechazar la hipótesis nula  $H_0: \mu = 551.2083$ , pues  $p = 0.0457$ . Esto permite decir que, ante la *ocurrencia de un evento de fatiga*, se tiene un *nivel de actividad* superior que la media de todos los *niveles de actividad* durante el periodo de observación. No obstante, no es posible emitir ningún juicio concluyente debido a que se necesitan más datos para poder confirmar la hipótesis planteada.

<sup>10</sup> Shapiro, S. S.; Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*. 52 (3-4): 591-611

## VI. Resultados: bases tecnológicas de escalamiento y desarrollo informático

### 1. Desarrollo de software informático liberado

El desarrollo informático consistió en la creación de un portal para extraer y visualizar los datos de sueño de un usuario, por medio de la recolección e integración de datos con la API de Misfit.

Los datos de acceso para acceder a la plataforma son:

URL: <http://proyectofatiga.udd.cl/auth/login>

Username: [admin@admin.com](mailto:admin@admin.com)

Password: *password*

La pantalla de ingreso es la siguiente:



Figura 1: Pantalla ingreso

Luego de iniciar sesión, se pide ingresar un rango de fechas para extraer información de un usuario. Se debe ingresar un rango de duración no mayor a 30 días. Se sugiere usar el rango 01/08/16 – 30/08/16 ya que para esas fechas el wearable registró datos de los conductores.

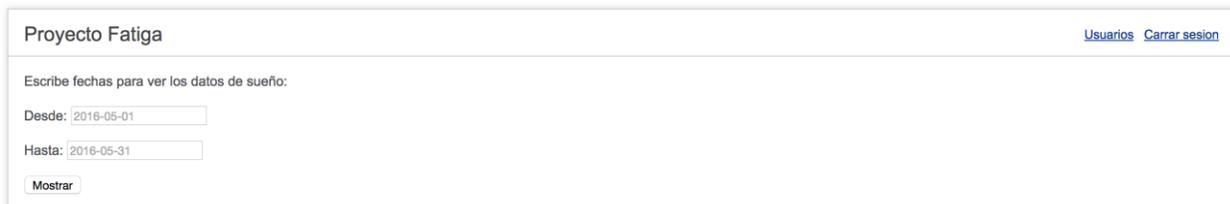


Figura 2: Selección rango de fechas (tiempo debe ser menor o igual a 30 días)

Posteriormente se pedirán los datos de la cuenta de un usuario en Misfit. Para ello, se deben ingresar los datos de las cuentas configuradas para este objetivo.

En caso que la aplicación de Fatiga no se haya vinculado a la cuenta, Misfit pedirá al usuario autorización para hacer el vínculo. Esta autorización solo la pedirá una vez. En los accesos posteriores mostrará la información de sueño inmediatamente.

Respecto a la información de sueño, esta se visualiza en dos partes:

- **Datos generales de cada sesión de sueño:** se entrega fecha y hora de inicio, la duración total del sueño, y los minutos total de sueño ligero y sueño profundo. Luego de experimentar con el wearable, se evidenció que el dispositivo solo logra registrar sesiones de sueño para periodos de descanso mayores a 6 horas. De manera que los periodos de sueño con duración menor a 6 horas, no lograron ser registrados y clasificados como “Sesiones de sueño”.
- **Detalle de las sesiones de sueño:** para cada sesión de sueño se detalla el desarrollo de fases de sueño: 1 despierto, 2 sueño ligero, 3 sueño profundo.

Esta información se puede exportar fácilmente a Microsoft Excel mediante Copiar y Pegar de las tablas.

Sueño entre 2016-08-01 y 2016-08-30:					
Sesiones					
ID	Fecha inicio	Hora inicio	Duración total (min)	Sueño ligero (min)	Sueño profundo (min)
57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	01-Aug-2016	01:15	436	288	148
57a0bf4d2dd2e651c719edef	01-Aug-2016	21:34	443	272	171
57a26cb82bc1fa86a032d88e	03-Aug-2016	00:24	310	116	194
57a4e4ace46032ee541b87a7	04-Aug-2016	02:28	264	176	88
57af7dff931286000d4498b7	13-Aug-2016	01:29	405	251	154
57b4685a4db63b0014e9185a	14-Aug-2016	00:44	470	269	201
57b4685aec57f40008dc6b6b	14-Aug-2016	22:43	415	223	192
57b4685ae1c184000a46efc4	16-Aug-2016	02:06	231	170	61
57c08e79618ec4000a5f3f62	25-Aug-2016	00:08	355	203	152
57c08e7a97dee8000a48a87d	26-Aug-2016	01:15	302	185	117
57c46e142387510013afcd5b	27-Aug-2016	02:05	225	154	71
57c46e1567f59b0009cd34c6	28-Aug-2016	00:30	272	135	137
Detalle					
ID	Fecha inicio	Hora inicio	Duración (min)	Tipo	
57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	01-Aug-2016	01:22	7	3	
57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	01-Aug-2016	01:33	11	2	
57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	01-Aug-2016	02:06	33	3	
57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	01-Aug-2016	02:18	12	2	
57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	01-Aug-2016	02:32	14	1	

Figura 3: Extracción datos de sueño del wearable

## 2. Bases tecnológicas para la construcción de un prototipo de plataforma de gestión de información de fatiga.

El software a desarrollar en este proyecto, corresponde a un prototipo y marco referencial que servirá como base para validar un futuro escalamiento.

### **Especificaciones del software a desarrollar:**

#### **Plataforma**

El software se entregará como una aplicación web que corre sobre un servidor y la cual puede ser accedida desde un navegador web.

En ambiente de desarrollo del prototipo se trabajará sobre un servidor que tiene integradas funciones de firewall, servidor web y base de datos. Las características específicas son:

- Sistema operativo: Debian versión 8 (Jessie)
- Ambiente LAMP v3.6 que proporciona:
  - Servidor web Apache 2.4
  - Motor de base de datos MySQL v5.6
  - Lenguaje de programación PHP 5.6
- Certificado SSL simple, de dominio validado.
- Framework de programación Code Igniter.

#### **Usuarios**

El prototipo contempla un único usuario, el que puede monitorear el comportamiento y administrar la información de los conductores. A nivel de prototipo no se definieron perfiles de usuario.

#### **Flujo de navegación**

En las siguientes sub-secciones se describen las pantallas disponibles en el prototipo:

- **Inicio de sesión**  
Para ingresar a la aplicación, el usuario debe iniciar sesión. Existe un único usuario y contraseña el que será informado junto con la entrega de la aplicación.

- **Pantalla principal**

Luego de iniciada la sesión, se presenta una pantalla con el listado de conductores inscritos. Esta vista entrega de forma resumida el estado de cada conductor para su próximo turno de conducción.

Para cada conductor se indica:

- Fecha y hora de próximo turno
- Índice de actividad o descanso, según algoritmo definido por el equipo investigador.
- Aptitud de conducción: por medio del color verde indica que el conductor está apto para manejar, el color rojo indica que no está apto para manejar según su nivel de actividad o reposo, según se defina por el equipo investigador.
- Botón para *configurar los datos del conductor*.

En esta pantalla también se presenta un botón para *agregar a un nuevo conductor*.

A continuación se muestra un mockup de esta vista:

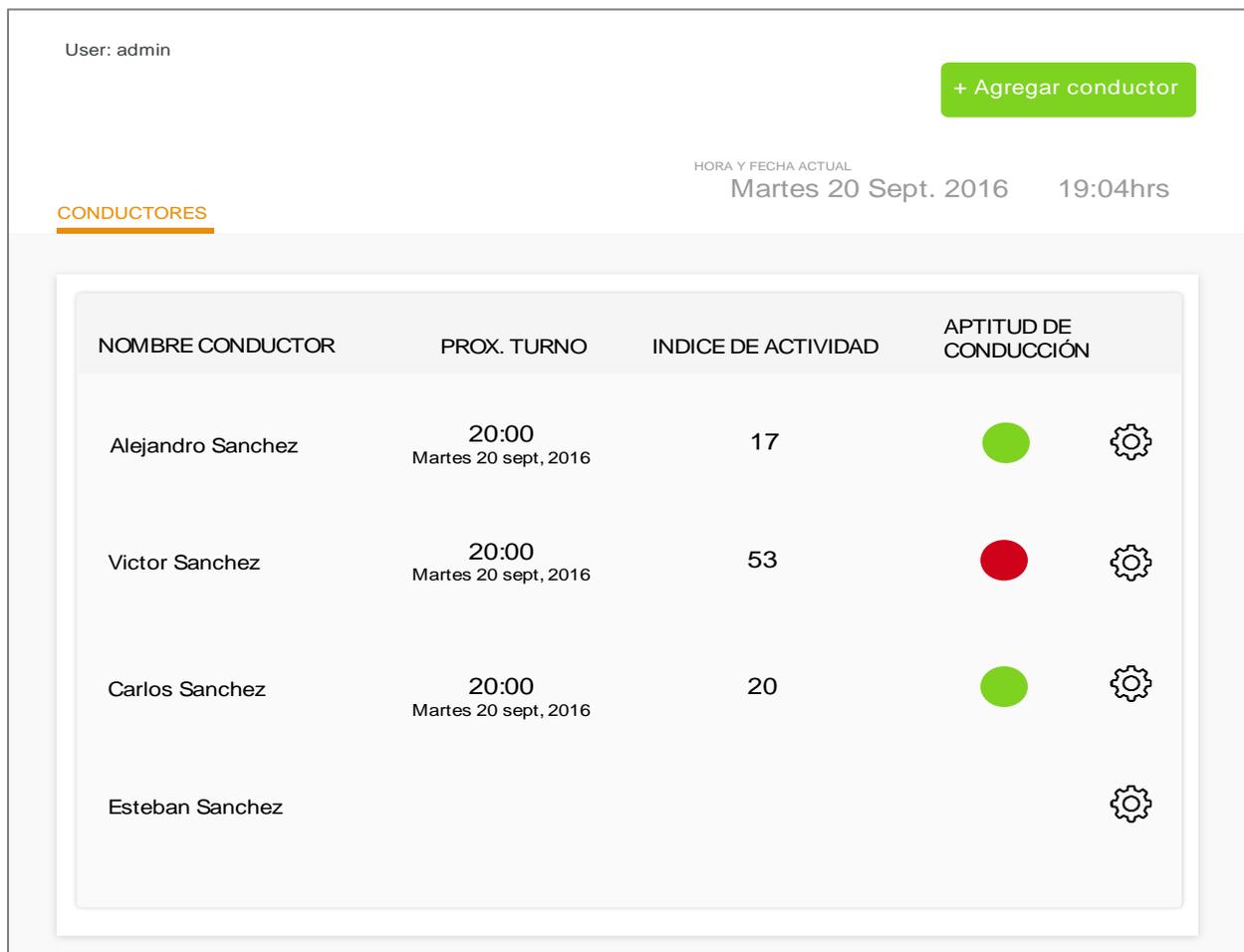


Figura 4: Mockup pantalla principal

En caso que un conductor no tenga un próximo turno configurado, la información de los tres campos anteriores se mostrará vacía. Esto ocurrirá cuando se agregue un conductor y falte configurar el listado de sus próximos turnos.

En caso que un conductor tenga un próximo turno, pero para el cual aún no se reúnen suficientes datos para determinar el índice de actividad, los campos índices de actividad y aptitud de conducción se mostrarán vacíos.

### Configuración de conductor

La pantalla de configuración de conductor se muestra al hacer clic sobre el ícono de configuración de un conductor.



Figura 5: Mockup configuración turnos de conductor

En esta vista se agregan los turnos futuros del conductor y se ve el índice de actividad y aptitud de conducción para los pasados.

Se presenta un botón para *descargar el resumen de actividad por turno*, el que entrega un archivo en formato csv con los siguientes datos:

- Nombre conductor
- Fecha turno
- Hora turno
- Índice de actividad
- Aptitud de conducción: valor 0 indica no apto o color rojo, valor 1 indica apto o color verde.

Los turnos se muestran en orden del más reciente al más antiguo. Mientras que los turnos que aún no han ocurrido se pueden modificar en fecha y hora haciendo clic en el botón de *edición*.

Para agregar un nuevo turno se debe completar la información de hora y fecha, y hacer clic en el botón *agregar*. El turno agregado pasa a la fila siguiente y la primera fila queda nuevamente disponible para agregar un nuevo turno. El botón de *calendario* muestra un calendario para que el usuario pueda ingresar la fecha más fácilmente.

### **Agregar nuevo conductor**

El flujo para agregar un nuevo conductor es bastante directo. Al presionar sobre el botón *Agregar conductor* en la vista principal, se desplegará un pop-up donde el usuario debe ingresar el nombre y apellido del conductor y luego continuar para vincular la aplicación con el wearable.

El flujo se presenta en las siguientes imágenes a continuación:

1. Ingresar datos del conductor y continuar con vinculación de wearable.

El formulario muestra un título "AGREGAR NUEVO CONDUCTOR" en naranja. Debajo, hay un campo de texto etiquetado "Nombre" y otro etiquetado "Apellido". En la parte inferior derecha, hay un botón verde con el texto "Continuar y vincular wearable".

Figura 6: Agregar conductor, paso 1

2. La aplicación redirigirá al sitio del fabricante del wearable donde se deben ingresar datos de la cuenta del wearable.

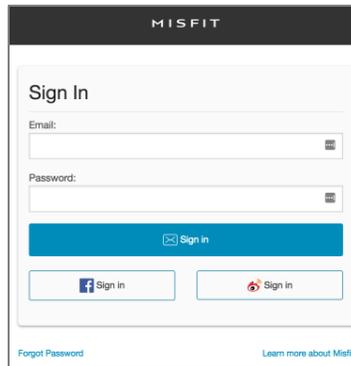


Figura 7: Agregar conductor, paso 2

3. Luego se debe autorizar el acceso de la aplicación a los datos del wearable.

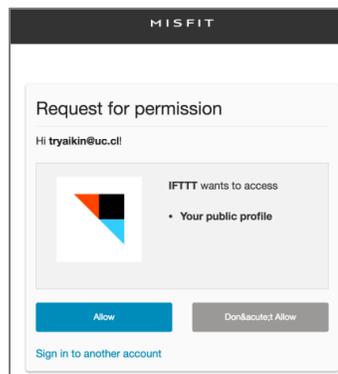


Figura 8: Agregar conductor, paso 4

4. Finalmente se confirma el vínculo y se entrega mensaje de éxito de operación.

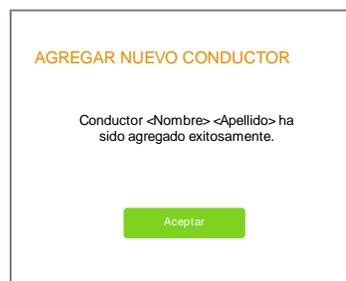


Figura 9: Agregar conductor, paso 4

Una vez finalizado este flujo, el conductor queda al final del listado de conductores en la vista principal. Para ingresar turnos se debe acceder a la pantalla de configuración del conductor.

### 3. Bases Técnicas de Escalamiento Tecnológico en la Industria del Transporte de Personas

#### Especificaciones de Infraestructura Informática

En el siguiente diagrama de alto nivel se muestra la arquitectura informática del sistema.



Figura 10: Arquitectura informática, aplicación web Fatiga

Los datos registrados por el wearable Misfit Shine 2 se transfieren vía Bluetooth a un dispositivo móvil, el que mediante una conexión a internet envía los datos a los servidores centrales del fabricante Misfit. Para extraer estos datos, los servicios externos se conectan a APIs expuesta por Misfit.

El servidor de la aplicación de Fatiga consume las APIs de Misfit, extrae los datos de los usuarios autorizados, y almacena esta información en su base de datos local.

El usuario final consulta directamente a la aplicación de Fatiga, donde se procesan los datos locales para determinar el nivel de fatiga presente.

#### Extracción y disponibilidad de los datos registrados por el wearable

El wearable Misfit Shine 2 debe comunicarse vía Bluetooth 4.0+ con un dispositivo móvil a través de la aplicación del mismo fabricante para ser configurado y entregar la información registrada.

Es necesario que Misfit Shine 2 sea sincronizado regularmente con el dispositivo móvil para la descarga y almacenamiento de información. A través de la aplicación móvil los datos recopilados por el wearable son subidos a las bases de datos de Misfit para consultas posteriores por medio de APIs.

La aplicación de Misfit está disponible en App Store, Google Play y Windows Phone. En el link <https://misfit.com/products/misfit-app> se encuentran los accesos de descarga.

### **Infraestructura Aplicación Fatiga**

Respecto de la infraestructura de la aplicación a desarrollar durante este proyecto, esta consiste funcionalmente en un firewall, un servidor web y una base de datos. Si bien estas tres funciones pueden ser contenidas en un mismo servidor, cuando la aplicación escale para atender a la demanda estimada, se aconseja separar estas funciones en distintos equipos. Durante la etapa de desarrollo y pruebas se manejarán todas estas funciones en un mismo servidor.

A continuación se entregan las características con las que debe cumplir el servidor de la aplicación web:

- Sistema operativo: última versión estable de las distribuciones Debian o Centos OS.
- Framework de programación Code Igniter que utiliza el lenguaje de programación PHP, última versión estable.
- Interfaz de usuario sobre HTML5, CSS3, javascript usando librerías jQuery, framework de front-end Bootstrap.
- Certificado SSL de dominio validado (DV – Domain Validated) para seguridad y encriptación en la transmisión de datos cliente-servidor.

La aplicación web debe implementar el modelo MVC (model – view – controller). Esto permite un mayor grado de escalabilidad de la aplicación, usando un modelo de datos agnóstico al fabricante del wearable. En un futuro la plataforma podría obtener datos de diversos fabricantes y modelos de wearables, para lo cual se tendría un controlador por cada fabricante o modelo, el que se encargaría de la extracción de los datos y almacenamiento en un formato estándar en la base de datos local. La inteligencia de la aplicación se basa en el procesamiento de los datos locales almacenados en un modelo de datos único. A continuación, se muestra un diagrama explicativo de lo anterior:

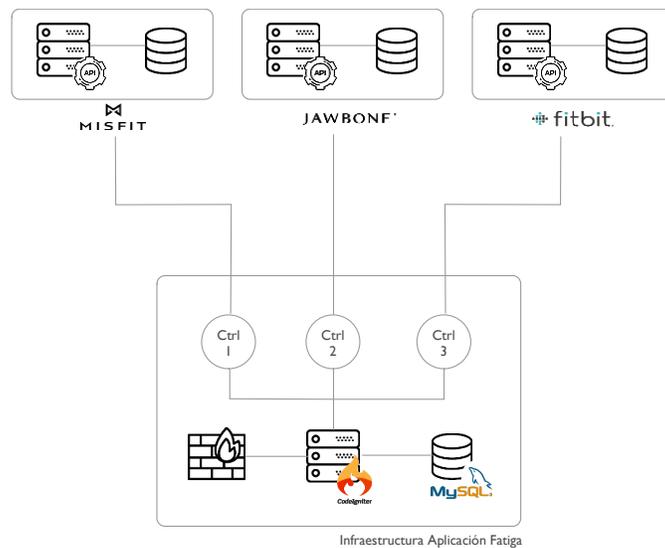


Figura 11: Implementación modelo MVC en aplicación Fatiga

En ambiente de desarrollo del prototipo se trabajará sobre un servidor que tiene integradas funciones de firewall, servidor web y base de datos. Las características específicas son:

- Sistema operativo: Debian versión 8 (Jessie)
- Ambiente LAMP v3.6 que proporciona:
  - Servidor web Apache 2.4
  - Motor de base de datos MySQL v5.6
  - PHP 5.6
- Certificado SSL simple, de dominio validado.

### Autorización y conexión a API para extracción de datos

Para que la aplicación de Fatiga pueda extraer los datos de los servidores del fabricante del wearable es necesario que el usuario conecte ambas cuentas, es decir la cuenta de aplicación Fatiga con la cuenta de fabricante wearable, y autorice el uso de sus datos. Esto es muy similar al uso de cuentas de Google o Facebook para registrarse en algunos sitios. Para vincular ambas cuentas se debe utilizar el protocolo **oAuth**.

Una vez iniciada sesión en la aplicación Fatiga el usuario tendrá que realizar los siguientes pasos para autorizar la conexión con la cuenta del wearable

1. Conectar su cuenta de wearable con la aplicación Fatiga:
2. Ingresar su usuario y contraseña de la aplicación del wearable
3. Autorizar el acceso a datos del wearable

#### 4. Validar conexión de cuentas

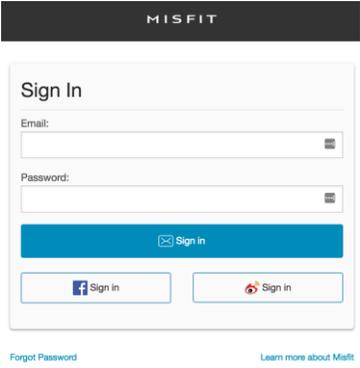
El proceso final a implementar en la aplicación de Fatiga debe ser similar al que utilizan otras aplicaciones para conectarse a los datos del wearable. A modo de ejemplo, a continuación se muestra el proceso que se sigue en el sitio de IFTTT para conectarse con una cuenta de usuario de Misfit mediante el protocolo OAuth:



Misfit invents and manufactures wearable and ambient computing products. The [Misfit Shine](#) and the [Misfit Flash](#) are the elegant activity and sleep trackers that inspire you to live an active life. The Misfit Flash is also a button that you can use to control your world.

[Connect](#)

**Paso 1:** con la sesión iniciada en la aplicación IFTTT, se solicita conectar con la cuenta de Misift.



MISFIT

Sign In

Email:

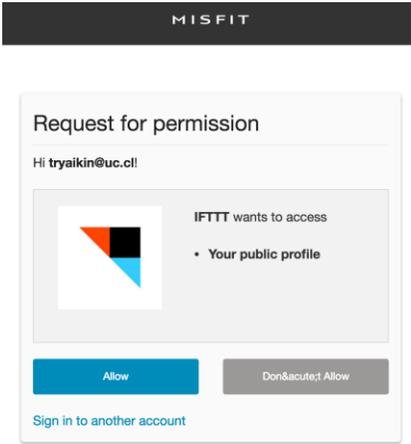
Password:

[Sign in](#)

[Sign in](#) [Sign in](#)

[Forgot Password](#) [Learn more about Misfit](#)

**Paso 2:** ingresar datos de acceso de la aplicación del wearable



MISFIT

Request for permission

Hi [tryaikin@uc.cl](#)

 IFTTT wants to access

- Your public profile

[Allow](#) [Don't Allow](#)

[Sign in to another account](#)

**Paso 3:** autorizar el acceso de la aplicación a los datos del wearable.

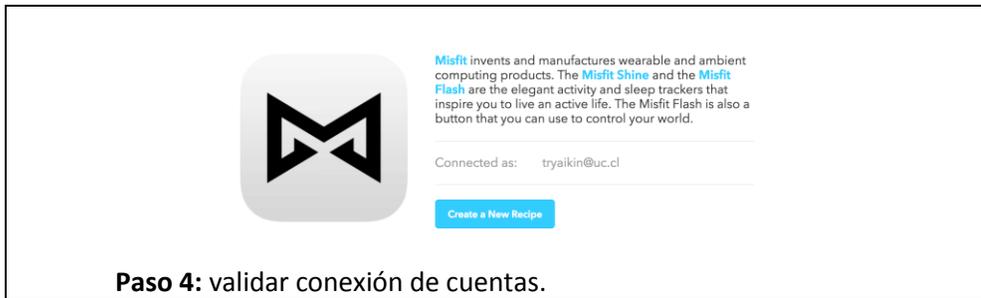


Figura 12: Proceso del usuario para vincular cuenta de wearable

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la comunicación entre la aplicación, Misfit y el usuario durante el proceso de autorización de acceso a los datos del wearable, siguiendo lo establecido por el protocolo OAuth.

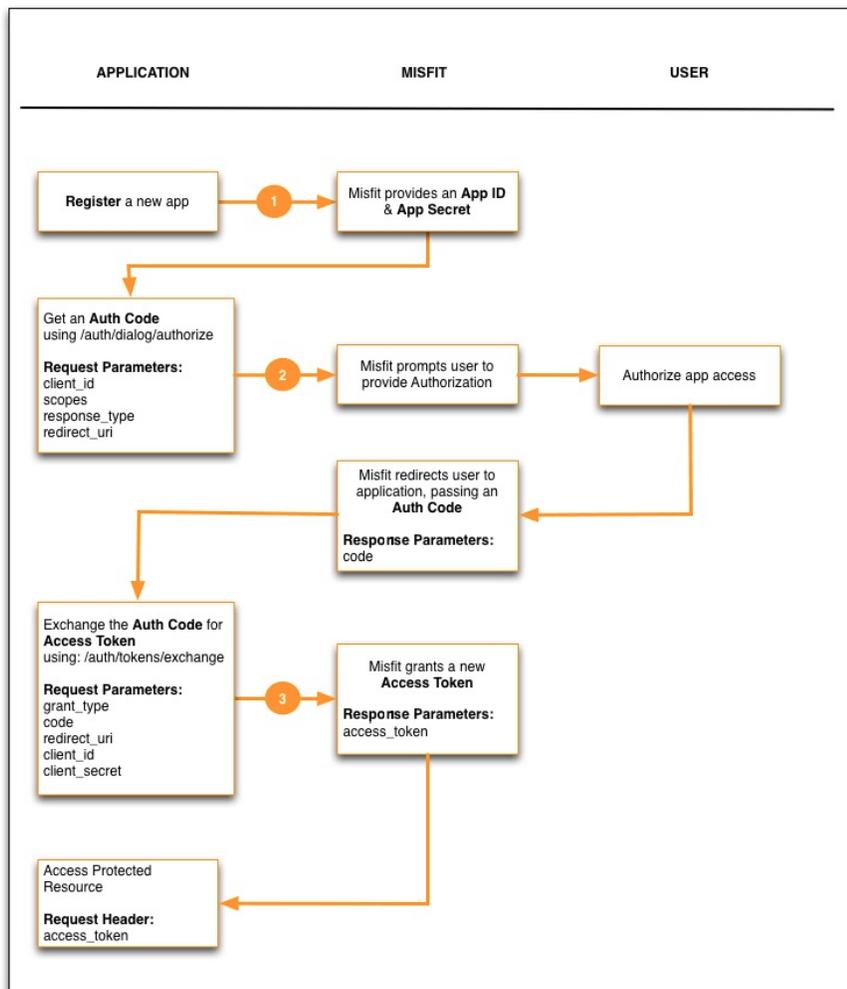
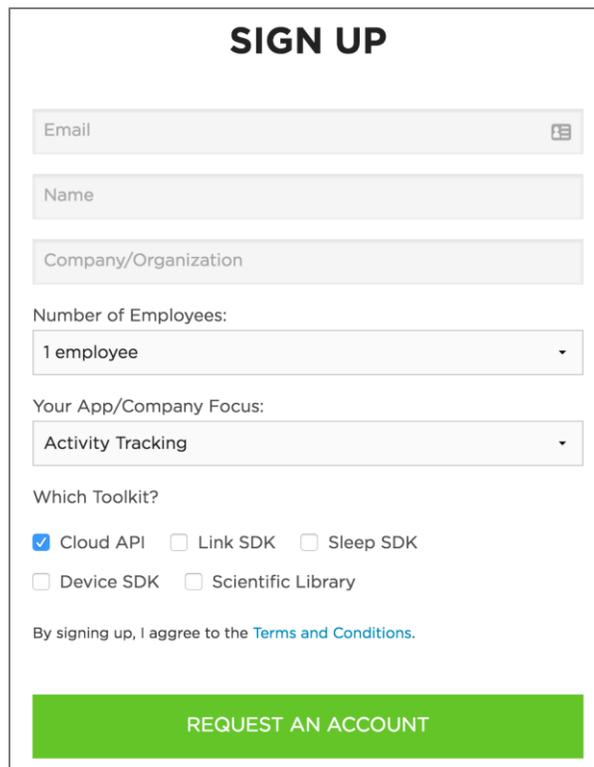


Figura 13: Flujo de comunicación OAuth para conexión con Misfit  
Fuente: [https://build.misfit.com/docs/cloudapi/get\\_started](https://build.misfit.com/docs/cloudapi/get_started)

Previo a la implementación del flujo de comunicación, es necesario que el desarrollador se registre como tal en el portal de Misfit y que registre la nueva aplicación. Misfit entregará los parámetros App ID y App Secret, los que deben ser usados cada vez que se requiera conectar a un nuevo usuario a la aplicación Fatiga.

El desarrollador de la aplicación Fatiga debe inscribir su cuenta de desarrollador en <https://build.misfit.com/signup>, completando el formulario y seleccionando al menos el acceso de la "Cloud API".



The image shows a 'SIGN UP' form for Misfit. It includes the following fields and options:

- Email:** A text input field with a calendar icon on the right.
- Name:** A text input field.
- Company/Organization:** A text input field.
- Number of Employees:** A dropdown menu with '1 employee' selected.
- Your App/Company Focus:** A dropdown menu with 'Activity Tracking' selected.
- Which Toolkit?:** A group of radio buttons with the following options:
  - Cloud API
  - Link SDK
  - Sleep SDK
  - Device SDK
  - Scientific Library
- Agreement:** A line of text stating 'By signing up, I agree to the [Terms and Conditions](#).'
- Submit Button:** A large green button labeled 'REQUEST AN ACCOUNT'.

Figura 14: Formulario registro cuenta desarrollador

Luego, al ingresar a la cuenta, se deberá registrar la aplicación para obtener las credenciales App ID y App Secret.

Figura 15: Registro de aplicación en Misfit

## Recomendación de Modelos de datos

### Registro de sueño

El modelo de datos para el almacenamiento de los registros de sueño de cada usuario debe ser agnóstico al fabricante de wearable. En la etapa previa de “Evaluación de los dispositivos considerados” se vio que todos los dispositivos detectaban tres estados de sueño: sueño ligero, sueño profundo y despierto.

Para el almacenamiento de los registros de sueño se propone un modelo de datos con dos tablas:

1. Sesiones de sueño: tabla que contiene un resumen de cada sesión de sueño, como fecha y hora de inicio, duración total de la sesión, total de minutos en sueño ligero y total de minutos en sueño profundo. Una sesión de sueño es un periodo de tiempo, en el que el dispositivo detecta que el usuario está durmiendo.
2. Detalle de sueño: tabla que contiene el detalle de los estados de sueño por los que va pasando el usuario durante una sesión de sueño. Cada estado se registra con una fecha y hora de inicio, duración en minutos e identificación de su tipo:
  - 1: despierto
  - 2: sueño ligero
  - 3: sueño profundo

A continuación se muestran ejemplos de las tablas a implementar:

ID_usuario	ID_sesion	Fecha_inicio	Hora_inicio	Duracion_total_min	Sueno_ligero_min	Sueno_profundo_min
1234	57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	1-Aug-16	1:15	436	288	148
1234	57a0bf4d2dd2e651c719edef	1-Aug-16	21:34	443	272	171
1234	57a26cb82bc1fa86a032d86e	3-Aug-16	0:24	310	116	194
1234	57a4e4ace46032ee541b87a7	4-Aug-16	2:28	264	176	88

Figura 16: Tabla sesiones de sueño

ID_usuario	ID_sesion	Fecha_inicio	Hora_inicio	Duracion_min	Tipo
1234	57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	1-Aug-16	1:22	7	3
1234	57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	1-Aug-16	1:33	11	2
1234	57a0bf4d0ed06de4c519b4fa	1-Aug-16	2:06	33	3

Figura 17: Tabla detalle de estados en sesiones de sueño

## Registro de actividad

En caso que también se quiera registrar el nivel de actividad de los usuarios, como una medida inversa del nivel de descanso o reposo, se propone un modelo de datos simple que considere el inicio de la medición, la duración y la intensidad o nivel de actividad. A continuación se muestra un ejemplo de la tabla a implementar:

Fecha	Hora	Duracion_min	Nivel_actividad
7/31/16	12:00:00 AM	30	0.01999999955296510
7/31/16	12:30:00 AM	30	0.00944444467313587
7/31/16	1:00:00 AM	30	0.01111111138015980
7/31/16	1:30:00 AM	30	0.0188888888061040
7/31/16	2:00:00 AM	30	0.02222222276031970
7/31/16	2:30:00 AM	30	0.021111111092381170
7/31/16	3:00:00 AM	30	0.00944444467313587

Figura 18: Tabla nivel de actividad

## Recomendación de Capacidad

Este set de recomendaciones hace referencia a capacidad mínima que debe tener el servidor para atender a la cantidad de usuarios estimada. Los usuarios de la aplicación corresponden a operadores de buses de transporte de personas, jefes de turnos y jefaturas superiores de dichas empresas.

Según el 9º Ranking de infracciones a empresas de buses interurbanos del primer semestre 2016, en Chile existen 102 empresas con una flota total de 5.081 buses. El siguiente cuadro muestra la distribución de empresas y flota según tamaño de empresa.

Tamaño empresa	Cantidad empresas	Flota
Extra grande	2	2.107
Grande	17	1.533
Mediana	54	1.265
Pequeña	29	176

Tabla 1: Distribución de empresas de buses según tamaño

Para estimar la cantidad de usuarios de la aplicación se realizan los siguientes supuestos:

- Por cada bus se tienen dos conductores.
- El 100% de las empresas de tamaño extra grande utilizará esta aplicación.
- El 80% de las empresas de tamaño grande utilizará esta aplicación.
- El 50% de las empresas de tamaño mediana utilizará esta aplicación.
- El 0% de las empresas de tamaño pequeña utilizará esta aplicación.

Tamaño empresa	Cantidad empresas	Flota	Uso aplicación	Total Buses	Total Conductores
Extra grande	2	2,107	100%	2,107	4,214
Grande	17	1,533	80%	1,226	2,453
Mediana	54	1,265	50%	633	1,265
Pequeña	29	1,763	0%	0	0
<b>TOTAL CONDUCTORES</b>					<b>8,932</b>

Tabla 2: Dimensionamiento conductores

En base a estas estimaciones se tiene un aproximado de 8.000 conductores que estarán inyectando datos al sistema.

Respecto al almacenamiento de datos en el sistema:

- El registro de una sesión de sueño de 8 horas ocupa un espacio aproximado de 1,5 KB (datos en bruto).
- Por año, por conductor, se tendrían unos 547,5 KB.
- Para almacenar información de 8.000 conductores al año se requerirán 4,18 GB.

Sobre la capacidad de procesamiento en esta etapa del desarrollo no es posible dimensionar con exactitud ya que aún no se determina el algoritmo que procesará los datos para determinar el nivel de descanso o fatiga. Tampoco se ha diseñado la aplicación por completo, lo que ciertamente afectará la carga total del sistema.

No obstante lo anterior, considerando que la aplicación a diseñar tiene un objetivo específico cuyo campo de acción se puede delimitar claramente, se puede recomendar el uso de un servidor estándar:

- CPU: 4 cores
- RAM: 8 GB
- Espacio: 150 GB

La base de datos puede alojarse en el mismo servidor o en una máquina aparte.

Si bien el requerimiento en espacio para almacenar los datos en bruto es bajo, se debe dejar suficiente espacio sugerido para las aplicaciones propias del sistema e información de mayor

nivel que se desee almacenar por conductor registrado. El valor sugerido corresponde a un estándar de la industria.

Durante la fase de desarrollo se utilizará un servidor con las siguientes características:

- CPU: 2 cores
- RAM: 2 GB
- Espacio: 100 GB

### Recomendación de Alojamiento del Servicio web

Para el alojamiento del servicio web, por aspectos de respaldo de datos y escalabilidad se recomienda utilizar servicios Cloud como por ejemplo Amazon Web Services, Google Cloud Platform y Microsoft Azure. La ventaja de los servicios Cloud como los mencionados es que las máquinas virtuales aprovisionadas pueden ir escalando a medida que se vaya requiriendo mayor capacidad sin afectar el software desarrollado. Por lo demás, es el mismo dueño de la aplicación el que puede configurar las máquinas de manera directa, sin pasar por procesos de contratación y configuración engorrosos.

En la etapa de desarrollo del prototipo se trabajará sobre un servidor VPS (Virtual Private Server), que si bien también corresponde a una máquina virtual, el escalamiento no es directo pues no provee de interfaz de configuración para el usuario. La solicitud de capacidad es vía formulario. Durante la etapa de desarrollo este tipo de servidor satisface los requerimientos.

### Recomendación de Disponibilidad

El escalamiento de este estudio de prospección supone el desarrollo de una plataforma que indique el nivel de riesgo de conducción de un conductor en la industria del transporte terrestre de personas, de acuerdo a su nivel de fatiga o descanso obtenido por medio del registro de un wearable.

Considerando que estos servicios de transporte terrestre de personas operan 24/7, se sugiere una SLA (Service Level Agreement) o disponibilidad del servicio de al menos 99.9%, lo que equivale a 526 minutos al año de indisponibilidad del servicio.

En la siguiente tabla se muestran el tiempo de *downtime* o indisponibilidad del servicio de acuerdo al nivel de disponibilidad o SLA.

Disponibilidad (SLA)	Minutos de indisponibilidad por año (min downtime / año)	Horas de indisponibilidad por año (min downtime / año)
99,5%	2.630	44

99,9%	526	8.8
99,99%	52,6	0,88
99,999%	5,26	0,088

Tabla 3: SLA y duración de indisponibilidad del servicio

A medida que la aplicación vaya siendo cada vez más necesaria en los procesos de las empresas de transporte terrestre de personas (por ejemplo, que sea determinante para autorizar la conducción de cada trabajador) y se requiera servir a más empresas, se recomienda subir el SLA a 99,99%.

Para cumplir con la disponibilidad recomendada se sugiere contar con elementos como:

- Múltiples servidores y balanceadores de carga
- Redundancia de la base de datos: al menos dos bases de datos, una maestra y otra esclava.

En caso que se decida alojar la aplicación en Amazon Web Services, para conseguir una alta disponibilidad se aconseja seguir una arquitectura como la que se muestra a continuación.

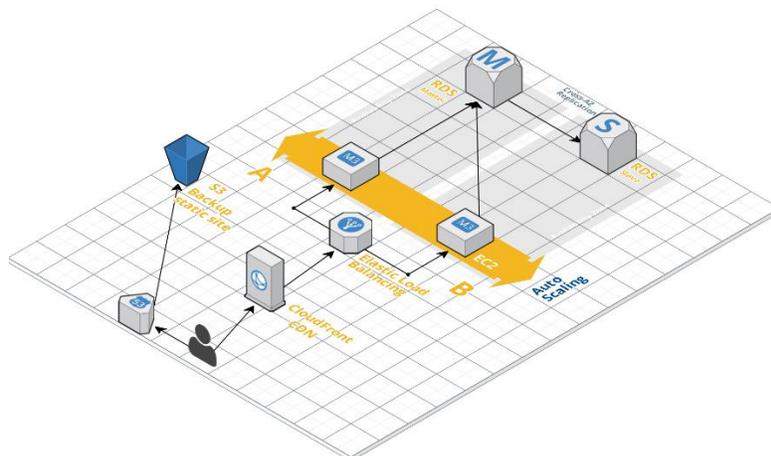


Figura 19: Arquitectura alta disponibilidad para AWS. Fuente: <https://www.beeva.com/beeva-view/cloud-enterprise/alta-disponibilidad-como-conseguir-un-servicio-99-99/>

#### 4. Especificaciones de Software Backend y Frontend

El software diseñado corresponde a una aplicación web publicada en una URL a la que se accede por medio de un navegador. En la sección “

Requerimientos mínimos de funcionamiento” se describen los navegadores y versiones compatibles con la aplicación web.

El propósito de esta aplicación es proveer una interfaz de visualización del estado de fatiga de un conductor en la industria del transporte terrestre de personas que permita determinar su aptitud de conducción en las próximas horas, a partir de los registros obtenidos de los wearables. Se consideran los siguientes como usuarios de la aplicación:

- Frontend:
  - Conductores
  - Jefes de turno
  - Jefes de prevención
- Backend:
  - Administrador del sistema de cada empresa
  - Super-administrador de todo el sistema

### Funcionalidades Frontend

En el Frontend se visualiza el estado de descanso de un conductor para determinar su aptitud de manejo. A continuación se indican las funcionalidades a las que tiene acceso cada perfil de usuario de frontend.

Usuario Backend	Descripción	Funcionalidades permitidas
Conductor	Es la persona que ejecuta la tarea de conducción y que usa el wearable. Puede ingresar a la aplicación para ver su información de descanso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vincular wearable con cuenta</li> <li>• Modificar contraseña</li> <li>• Visualizar nivel de fatiga para el turno próximo a comenzar.</li> <li>• Visualizar aptitud para ejecutar tarea de trabajo próxima a comenzar.</li> <li>• Dashboard</li> </ul>
Jefe de turno	Es el responsable de decidir los conductores que se subirán a los buses. Ingresarán a la aplicación para ver el nivel de descanso de los conductores a cargo. Esta le informará los conductores que están en condiciones de descanso necesarias para subirse al bus. Se espera que los jefes de turno sigan estas recomendaciones para tomar su decisión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro general con el nivel de fatiga de cada conductor para el turno próximo a comenzar.</li> <li>• Cuadro general con aptitud para ejecutar tarea de trabajo próxima a comenzar.</li> <li>• Mismas visualizaciones que usuario conductor, para cada conductor.</li> <li>• Dashboard</li> </ul>
Jefe de prevención	Es el encargado general de velar por la seguridad de los conductores y los pasajeros a cargo. Debiera utilizar la información de la aplicación para monitorear el nivel de descanso de los conductores y tomar medidas en pro de su mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro general con los jefes de turno y los conductores con aptitud de manejo para el próximo turno a comenzar.</li> <li>• Mismas visualizaciones que jefe de turno y conductor.</li> <li>• Dashboard</li> </ul>

## Usuarios Frontend

Los usuarios de Frontend se modelan con los siguientes atributos:

- Email (nombre de usuario)
- Contraseña
- Nombres
- Apellidos
- RUT
- Perfil, los valores posibles son: conductor, jefe de turno o jefe de prevención.
- Turno, su valor depende de los turnos definidos para cada empresa.
- Dependencia o área de trabajo, su valor depende de las dependencias o áreas de trabajo definidas para cada empresa.

### Nivel de fatiga para el turno próximo a comenzar

Con la información obtenida del wearable la aplicación entregará el nivel de fatiga detectado, en una escala entre 0 y 100. Para esto es necesario definir un espacio de tiempo anterior al turno sobre el cual se medirá el nivel de fatiga, de acuerdo al sueño o descanso que haya tenido previamente el conductor.

Es importante destacar que para un funcionamiento óptimo del algoritmo de decisión es necesario contar con información actualizada, de al menos una hora antes del turno o de la toma de decisión. Esto significa que el conductor, previo al control de fatiga, debe sincronizar su wearable con la aplicación del fabricante.

### Aptitud para ejecutar tarea de trabajo próxima a comenzar

Sobre el nivel de fatiga se define un umbral para clasificarlo como apto o no apto para la conducción. Esta recomendación se hará en base al nivel de fatiga calculado.

## Funcionalidades Backend

En el Backend se configuran los usuarios y sus permisos. En la siguiente tabla se indican las operaciones permitidas por cada perfil de usuario del backend.

Usuario Backend	Descripción	Funcionalidades permitidas
Administrador de cada empresa	Jefe de sistemas de la empresa de transporte de personas que debe administrar a los usuarios de la plataforma,	<ul style="list-style-type: none"><li>• Crear o eliminar a usuario de frontend.</li><li>• Crear o modificar esquema de turnos de la empresa.</li></ul>

	creando, modificando o eliminando sus cuentas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear o modificar dependencias de la empresa.</li> </ul>
Super-administrador	Administrador de la plataforma que recibe requerimientos del organismo administrador o desde quien se defina, para la habilitación de empresas en la aplicación web.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear o eliminar una empresa</li> <li>• Crear, eliminar o restaurar contraseña de administrador de empresa.</li> </ul>

Tabla 4: Permisos usuarios Backend

En las siguientes secciones se describen las funcionalidades disponibles en Backend.

### Crear o eliminar a usuario de frontend

Todos los usuarios activos se muestran en una tabla junto a sus atributos, cada fila es un usuario y cada columna un atributo. A su lado se presentan botones para eliminar al. En un botón aparte se entrega la opción para *crear un usuario*.

Para crear un nuevo usuario de frontend (conductor, jefe de turno o jefe de prevención), el administrador debe completar un formulario simple con los datos del nuevo usuario: Email, nombres, apellido, RUT, perfil, turno y dependencia. Una vez creado, la plataforma debe enviar un correo electrónico al email del nuevo usuario, entregándole una clave de acceso y dándole la bienvenida al sistema. El sistema debe generar la clave de acceso, el administrador no tiene acceso directo a las claves. Luego de recibida en su correo, el usuario se debe encargar de actualizar su clave.

### Crear o modificar esquema de turnos de la empresa

El administrador podrá crear o modificar esquemas de turnos de la empresa. Cada esquema de turnos se describe por los siguientes atributos:

- Nombre del esquema de turnos
- Turnos

Los turnos corresponden a rangos horarios de conducción, por ejemplo:

- 20:00 – 00:00
- 04:00 – 08:00

### Crear o modificar dependencias o áreas de trabajo de la empresa

Se dispone del atributo dependencias de la empresa para dar mayor flexibilidad a las distintas organizaciones que se puedan tener en la industria. Por ejemplo, este atributo podría ser de utilidad para diferenciar conductores con rutas hacia el Norte, Centro o Sur.

El administrador de la empresa es el encargado de agregar o modificar esta información. Una dependencia o área de trabajo de la empresa estará caracterizado por:

- Nombre
- Descripción

### **Crear o eliminar una empresa**

El super-administrador de la plataforma será el encargado de agregar o eliminar una empresa. En una tabla se mostrarán todas las empresas activas.

Una empresa está caracterizado por:

- Nombre empresa
- RUT

Al lado de cada empresa se tendrá un botón para *eliminar la empresa*.

En otro botón se entrega la opción de *crear una empresa*, tras lo cual se presenta un formulario a completar con los datos solicitados.

### **Crear o eliminar administrador de empresa**

El super-administrador debe ser el encargado de proveer al administrador de cada empresa sus contraseñas de acceso. En la tabla de empresas activas, al lado de cada empresa se mostrará un botón para manejar a los administradores: se podrá crear o eliminar.

Para crear un administrador debe proveer los datos:

- Email
- Nombres
- Apellidos
- RUT

Tras la creación del administrador, el sistema enviará un mail entregando la contraseña de acceso al sistema. El administrador posteriormente podrá ingresar a la aplicación y modificar su contraseña.

### **Alertas preventivas**

Cada vez que el sistema detecte que las condiciones de un conductor son desfavorables para conducir se generará una alarma preventiva, la que notificará vía correo electrónico al jefe de turno y al jefe de prevención sobre la posibilidad de riesgo.

Las alertas y notificaciones también quedarán registradas en el sistema a modo de un buzón de entrada. El usuario conductor tendrá acceso a todas sus alertas generadas; el jefe de turno recibirá notificaciones de los conductores a su cargo y el jefe de prevención recibirá alertas de todos los conductores.

### Dashboard de monitoreo

En la siguiente tabla se definen los componentes que debe tener el dashboard de monitoreo, según perfil de usuario frontend:

Usuario Frontend	Dashboard
Conductor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador: Cumplimiento de turnos (turnos en aptitud de conducción vs total de turnos), de última semana y mes.</li> <li>• Tendencia del indicador de cumplimiento de turnos</li> <li>• Indicador: Nivel de fatiga de última semana y mes.</li> <li>• Tendencia del indicador nivel de fatiga.</li> <li>• Gráfico de nivel de fatiga al comienzo de cada turno, por semana, mes y año.</li> </ul>
Jefe de turno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranking de conductores por cumplimiento de turnos, de última semana y mes.</li> <li>• Ranking de conductores por nivel de fatiga de última semana y mes.</li> <li>• Indicador: Cumplimiento de turnos, considerando toda la base de conductores del turno.</li> <li>• Tendencia indicador de cumplimiento de turnos grupal.</li> <li>• Indicador: Nivel de fatiga de última semana y mes, considerando toda la base de conductores del turno.</li> <li>• Tendencia del indicador nivel de fatiga grupal.</li> <li>• Gráfico de nivel de fatiga al comienzo de cada turno, por semana, mes y año, considerando cada línea como un trabajador.</li> </ul>
Jefe de prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranking de turnos por cumplimiento de turnos, de última semana y mes.</li> <li>• Ranking de turnos por nivel de fatiga de última semana y mes.</li> <li>• Visualizaciones de los Jefes de Turno.</li> </ul>

### Mockup Frontend

A continuación se entregan vistas tentativas del sistema diseñado.

German Valencia A.  
Jefe de Turno  
División: Sur

HORA Y FECHA ACTUAL  
Martes 20 Sept. 2016 19:04hrs

CONDUCTORES DASHBOARD

		PROX. TURNO	NIVEL FATIGA	CONDICIÓN
	Alejandro Sanchez	20:00	17	
	Alejandro Sanchez	20:00	53	
	Alejandro Sanchez	20:30	20	
	Alejandro Sanchez	20:30	30	

Figura 20: Vista panel de conductores, Jefe de Turno



German Valencia A.  
Jefe de Turno  
División: Sur



HORA Y FECHA ACTUAL

Martes 20 Sept. 2016 19:04hrs

CONDUCTORES

**DASHBOARD**

### CUMPLIMIENTO TURNOS

	Alejandro Sanchez	97%
	Alejandro Sanchez	93%
	Alejandro Sanchez	90%
	Alejandro Sanchez	70%

### NIVELES DE FATIGA PROMEDIO

	Alejandro Sanchez	20
	Alejandro Sanchez	23
	Alejandro Sanchez	30
	Alejandro Sanchez	40

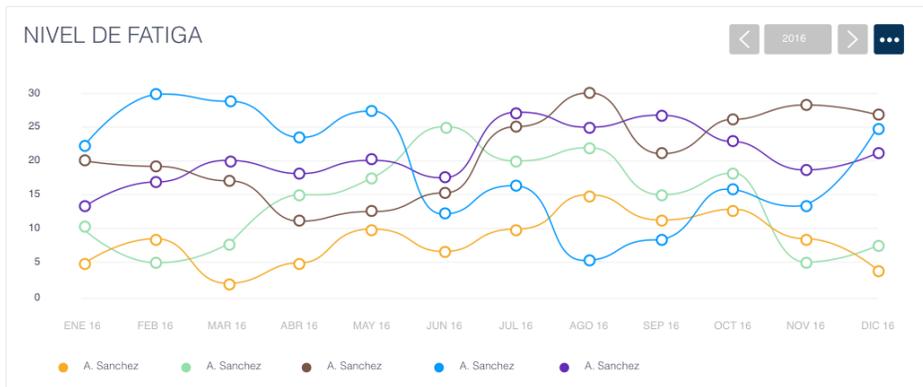
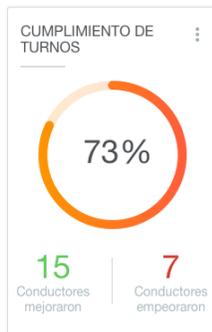


Figura 21: Vista Dashboard Jefe de Turno



German Valencia A.  
Conductor  
División: Sur



HORA Y FECHA ACTUAL

Martes 13 Sept. 2016 19:04hrs

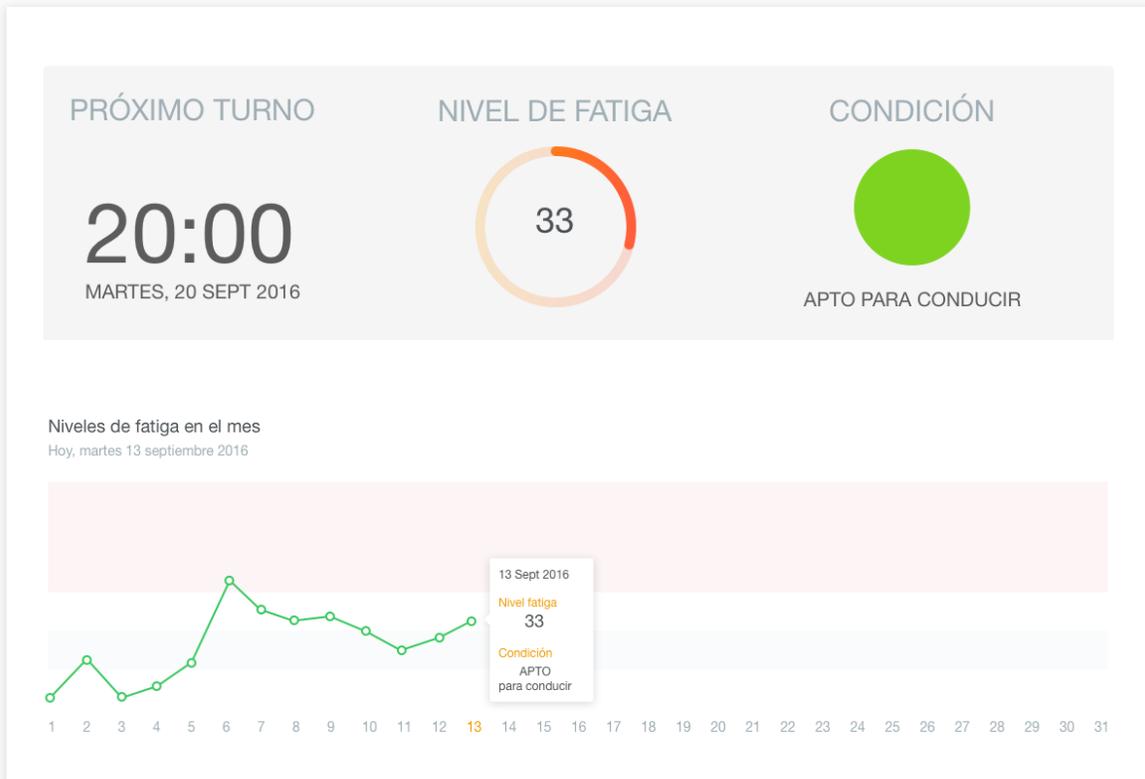


Figura 22: Vista Conductor

## Requerimientos mínimos de funcionamiento

De acuerdo a las estadísticas de uso de navegadores en Chile, la plataforma debe funcionar correctamente con el navegador Google Chrome, desde su versión 46.0 en adelante. Se desestima su uso en Internet Explorer dada su baja penetración. A continuación se muestra el uso de navegadores en Chile desde agosto de 2015 a agosto de 2016.

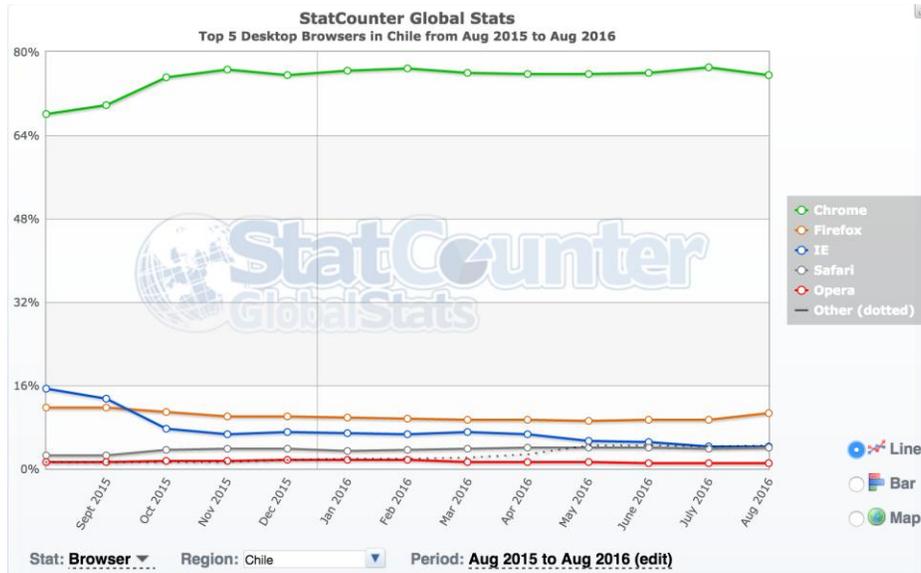


Figura 23: Navegadores más usados en Chile, Agosto 2015 - Agosto 2016  
Fuente: <http://gs.statcounter.com/>

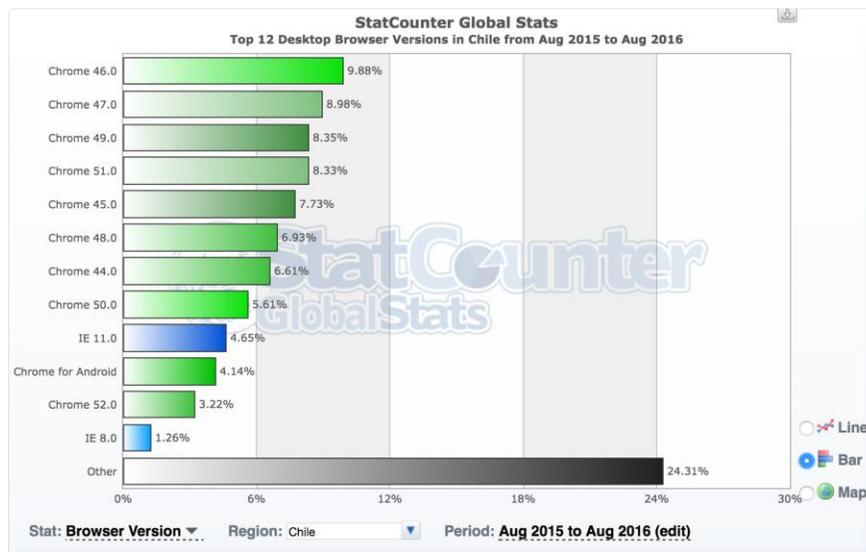


Figura 24: Navegadores más usados en Chile, por versión, Agosto 2015 - Agosto 2016  
Fuente: <http://gs.statcounter.com/>

## VII. Conclusiones

La temática de la fatiga laboral es una problemática multidimensional que resulta complejo abordar de manera integral, ya que repercuten en ella diversos factores internos y externos al individuo: tipo de trabajo, las características de las jornadas laborales, sistema de turnos y contratos de los trabajadores, modalidad de salario (fijo o por porcentaje, en el caso de los trabajadores estudiados), entre otros, como aquellas variables externas al individuo; y hábitos de sueño, tipo de alimentación, condiciones de salud, hábitos de vida saludable, entre otros desde el punto de vista de los individuos. Para poder iluminar esta problemática, en este proyecto recolectamos información a través de tres distintos mecanismos:

1. **Encuesta de hábitos y calidad de sueño en la industria de transporte terrestre de personas** (aplicada a una muestra 40 individuos). Los resultados permitieron identificar un conjunto de factores de riesgo vinculados a la salud, hábitos de vida saludable y de calidad de sueño que además del impacto en el bienestar de los conductores de la empresa estudiada, podrían repercutir en eventuales causas de eventos de fatiga y somnolencia durante la conducción. Si bien los individuos reconocen tener una calidad de sueño positiva, fue imposible obtener mayor precisión con respecto a este punto durante los días laborales de los individuos, producto de la relatividad en los turnos de trabajo en los que se desempeñan.

Además, se observa la prevalencia de otros factores de riesgo que pudieran incidir en la fatiga laboral como la presencia de enfermedades destacando la hipertensión, que se condice con los altos niveles de obesidad caracterizando al promedio de la muestra, con la falta de hábitos alimenticios y altos niveles de sedentarismo. (63% de la muestra) .

2. **Wearable Misfit Shine 2**. El uso de este wearable (que incluyó el acelerómetro y el magnetómetro triaxial) tenía por objetivo obtener información acerca del nivel de actividad y descanso en las 12 horas previas al desarrollo de un viaje en la ruta hacia el sur de Chile por parte de los conductores seleccionados para el estudio. El dispositivo wearable, en términos generales, tuvo un buen desempeño en la medida que logró capturar los datos, siempre y cuando, se hiciera una correcta sincronización de éstos con la aplicación web asociada por defecto. A partir de la información recolectada por el acelerómetro y el nivel magnetómetro triaxial se pudo construir un índice de actividad para el conductor, antes que éste iniciara su recorrido.

3. **Dispositivo de cabina.** Se instaló un dispositivo de reconocimiento facial en uno de los buses de la empresa para registrar los episodios de fatiga (o somnolencia) y distracción de dos trabajadores durante el período de un mes y medio. El proceso de validación de la información registrada en forma automática por la cámara mostró la capacidad de esta tecnología para identificar con precisión episodios de fatiga o distracción, aun cuando un número importante de episodios identificados en forma automática como episodios de fatiga, resultaron ser episodios de distracción. La implementación de un sistema de monitoreo y alerta basada en esta tecnología ofrece por sí misma una atractiva oportunidad para las empresas de transporte de pasajeros, sistema que no fue implementado durante el trabajo de campo de este estudio.

Con el objetivo de establecer una relación entre las condiciones de sueño inferidas a partir de la información recolectada por el wearable y la probabilidad de ocurrencia de un episodio de distracción o fatiga (principal objetivo científico del estudio), se desarrolló un modelo estadístico utilizando como variable dependiente la ocurrencia (no ocurrencia) del evento considerado (fatiga o distracción) y el índice de descanso construido a partir de la información recolectada por el wearable.

A partir del análisis estadístico, se estableció en primer lugar que no existe una relación entre las condiciones de descanso previas al viaje y los episodios de distracción durante el mismo. De esta forma se puede argumentar que este tipo de episodios, en su gran mayoría asociados al uso del celular durante la conducción, no tienen un correlato fisiológico sino que responden a prácticas culturales.

Respecto a la relación entre las condiciones de descanso previas al viaje y los episodios de fatiga, se sugiere la existencia de una relación positiva entre el nivel de actividad (variable inversamente proporcional a la calidad del descanso) y la ocurrencia de episodios de fatiga. Desafortunadamente, la baja frecuencia de estos episodios en la muestra considerada no permite establecer este resultado como concluyente.

En referencia a este punto, hay que tener en cuenta las características de la muestra considerada. La información recolectada por la cámara de cabina mostró una considerable diferencia entre los episodios de fatiga identificados en el grupo de trabajadores considerados en el estudio y aquellos que no fueron parte de la muestra seleccionada por la empresa para usar los wearables. Los episodios de fatiga detectados en los trabajadores fuera de la muestra fue significativamente mayor indicando un fuerte sesgo en la selección de la muestra por parte de la empresa.

De esta forma, el estudio permite concluir que tanto la cámara de cabina como el wearable recogen información relevante para entender la relación entre condiciones de descanso y

episodios de fatiga. Sin embargo, para poder obtener resultados concluyentes se requiere la participación de una empresa de transporte que esté dispuesta a proveer una muestra representativa de conductores en un conjunto diverso de recorridos. En este sentido, debe tenerse en consideración no sólo la disposición de la administración de la empresa, sino de las posibles resistencias por parte de sus trabajadores que pueden ver en la tecnología wearable una invasión de su privacidad (para los propósitos del estudio, el wearable debe ser utilizado fuera del horario de trabajo del conductor).

## Bibliografía

Bueno, A. V., Bernardino, S. O., & Mendoza, J. F. (2007). Sueño y estrés: relación con la obesidad y el síndrome metabólico. *Rev Esp Obes*, 5(2), 77-90.

CONASET. (2014). Informe de drogas y/o fatiga en la conducción. Santiago, Chile.

Dawson, D., & Reid, K. (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. *Nature*, 388(6639), 235-235.

Durán, J., Esnaola, S., Rubio, R., & Iztueta, Á. (2001). Obstructive sleep apnea–hypopnea and related clinical features in a population-based sample of subjects aged 30 to 70 yr. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 163(3), 685-689.

Mining, C. G. (2007). Viewpoint Perspectives on Modern Mining. *Caterpillar Global Mining*.

Morales, E. M., Lozano, M. D. C. C., & Casal, G. B. (2005). Sueño y calidad de vida. *Revista colombiana de psicología*, 14(1), 11-27.

Ohayon, M. M. (2003). The effects of breathing-related sleep disorders on mood disturbances in the general population. *The Journal of clinical psychiatry*, 64(10), 1195-200.

Patterson, P. D., Weaver, M. D., Frank, R. C., Warner, C. W., Martin-Gill, C., Guyette, F. X., ... & Kelsey, S. F. (2012). Association between poor sleep, fatigue, and safety outcomes in emergency medical services providers. *Prehospital Emergency Care*, 16(1), 86-97.

Soldatos, C. R., Allaert, F. A., Ohta, T., & Dikeos, D. G. (2005). How do individuals sleep around the world? Results from a single-day survey in ten countries. *Sleep medicine*, 6(1), 5-13.

Tregear, S., Reston, J., Schoelles, K., & Phillips, B. (2009). Obstructive sleep apnea and risk of motor vehicle crash: systematic review and meta-analysis. *J Clin Sleep Med*, 5(6), 573-581.

## Anexos

# Anexo I: Informe encuesta de hábitos y calidad de sueño en la muestra general de empresa de transporte terrestre de personas

## Metodología:

### 1. Diseño Metodológico

La aplicación de la encuesta se basó en un enfoque cuantitativo cuya temporalidad es de tipo tendencial, pues se analizaron los hábitos y calidad de sueño, junto a otras variables relacionadas en un único momento en el tiempo. Se utiliza además una fuente de información primaria, pues se extraen los datos directamente desde la unidad de observación. Se entiende que dicha fuente primaria es la mejor forma para extraer información para la caracterización de los hábitos y calidad de sueño, además de las otras variables relevantes, a modo de auto reporte.

La unidad de observación y de análisis corresponden a los conductores del transporte terrestre de personas.

### 2. Muestra y Datos

Se seleccionó una muestra de 40 individuos que trabajaban como conductores en la industria del transporte terrestre de personas, quienes fueron invitados a participar en el estudio de forma voluntaria a través de la firma de un consentimiento informado. A este grupo se les aplicó una encuesta para levantar sus hábitos generales de sueño.

La muestra corresponde a 40 casos, lo que fue determinado por los investigadores principales del proyecto en función de la viabilidad del trabajo de campo. La conformación de esta muestra es de tipo estratificado, proporcional en dos estratos: de tipo etario y de tipo recorrido que realiza el individuo al conducir. Para ambos se utilizaron los datos proporcionados por la empresa a estudiar, quienes facilitaron la siguiente información:

- El número de conductores desde los que podemos extraer la muestra son 577, descontando a los que realizan trayectos cortos entre localidades del sur y del norte, ya que no pasan por la ciudad de Santiago entre sus recorridos.
- El promedio de edad de los conductores corresponde a 52 años; existiendo 284 trabajadores entre los 29 y 51 años, y 293 entre los 52 y 77 años.
- Respecto a los recorridos, se identifican 67 conductores que realizan un recorrido en dirección hacia la costa, 100 en dirección al sur y 300 hacia el norte. Esto da 467 conductores en total, nuevo número que se utiliza para calcular las proporciones del total y así conformar la muestra.

A partir de dicha información se calcula:

- Edad:
  - El grupo de conductores que tienen entre 29 y 51 años, corresponde a un 49,2% (50% aproximado) lo cual equivale a 20 casos, de un total de 40 de la muestra.
  - El grupo de conductores que tienen entre 52 y 77 años, corresponde a un 50,7% (50% aproximado) lo cual equivale a 20 casos, de un total de 40 de la muestra.

- **Recorridos:**
  - Del grupo de conductores, se tiene que un 14,3% realiza un recorrido en dirección a la costa, lo que corresponde a 5,7 (6 casos aproximados) de un total de 40 casos.
  - Del grupo de conductores, se tiene que un 21,4% realiza un recorrido en dirección al sur, lo que corresponde a 8,4 (8 casos aproximados) de un total de 40 casos.
  - Del grupo de conductores, se tiene que un 64,2% realiza un recorrido en dirección al sura, lo que corresponde a 25,6 (26 casos aproximados) de un total de 40 casos.

De esta forma, la muestra seleccionada se distribuye de la siguiente forma:

**Tabla n° 1: Muestra por edad y ruta**

	51 años y menos	52 años y más	Total recorrido
Costa	3	3	6
Sur	4	4	8
Norte	13	13	26
Total grupo etario	20	20	

Fuente: Elaboración propia (N=40)

### 3. Índices y variables

Para analizar tres variables relevantes, se construyeron índices y realizaron recodificaciones, entre las que se encuentran:

1. **Índice de Calidad de Sueño Pittsburg:** El PSQI es un cuestionario auto administrado, que consta de 19 preguntas autoevaluadas por el individuo y 5 cuestiones evaluadas por el compañero/a de cama. Las cinco últimas cuestiones son utilizadas como información clínica, pero no contribuyen a la puntuación total del PSQI, por lo que no fueron utilizados en este cuestionario. Las 19 preguntas, agrupadas en 10, analizan los diferentes factores determinantes de la calidad del sueño, que se agrupan en 7 componentes: calidad del sueño, latencia del sueño, duración del sueño, eficiencia del sueño, alteraciones del sueño, uso de medicación para dormir y disfunción diurna. Cada componente se puntúa de 0 a 3, donde 0 indica facilidad, mientras que 3 indica dificultad severa para dormir. De la suma de los 7 componentes se obtiene la puntuación total del PSQI que oscila de 0 a 21 puntos, donde 0 indica facilidad para dormir y 21 dificultad severa en todas las áreas. En la elaboración del indicador, existen casos perdidos por falta de información al no ser reportada en el cuestionario con motivo de 'no sabe/no responde', disminuyendo la muestra a 31 casos, para este índice.

El indicador presentó problemas al ser aplicado a conductores de transporte terrestre de pasajeros. Específicamente, tres preguntas presentaron dificultades en el reporte de las respuestas: (1) hora de acostarse en el último mes; (2) hora de levantarse en el último mes; (3) evaluación de la calidad del sueño. En días de turno de trabajo las dos primeras preguntas no tienen una respuesta fija, primando la falta de horario definido para ambas, es por esto que

hubo que agregar dos preguntas más con el mismo contenido pero en días de descanso, las cuales se utilizaron para calcular el índice. En la tercera pregunta, los encuestados respondieron principalmente una categoría que no estaba contemplada en las alternativas propuestas como respuestas por lo que hubo que agregarlas al cuestionario.

2. Índice Internacional de Actividad Física IPAQ: La forma corta de IPAQ, formato utilizado en este estudio, es un instrumento designado primariamente para medir la actividad física entre adultos. Este cuestionario interroga acerca de tres tipos de actividad física (vigorosa, moderada y caminata), sus sesiones semanales y la duración de estas; también incluye el tiempo sentado, y en algunas versiones se agrega un apartado demográfico.

Para este análisis, se realizó una recodificación de los niveles de actividad física a partir del Protocolo IPAQ donde se definió lo siguiente:

- a. Inactivo, si cumple con alguno de estos criterios:
    - i. Ninguna actividad es reportada
    - ii. Es reportada alguna actividad física pero no es suficiente para corresponder a la categoría 2 o 3
  - b. Mínimamente activo, si cumple con alguno de estos criterios:
    - i. 3 o más días de actividad vigorosa, o al menos 20 minutos de actividad por día.
    - ii. 5 o más días de actividad de moderada intensidad y/o caminata de al menos 30 minutos por día
    - iii. 5 o más días de cualquier combinación de caminata o actividad vigorosa moderada que alcancen al menos 600 Mets-min/semana<sup>11</sup>
  - c. Activo - actividad física que favorece la salud, si cumple con alguno de estos criterios:
    - i. Actividades de vigorosa intensidad en al menos 3 días con una acumulación mínima de 1500 Mets/min/semana
    - ii. 7 o más días de combinación de caminata, actividad moderada,
    - iii. Actividades de intensidad vigorosa, acumulando como mínimo 3000Mets/min/semana
3. Índice de Masa Corporal (IMC): Cálculo a partir de las variables peso y estatura, realizando la siguiente operación:  $\text{peso} / (\text{estatura})^2$

Tras obtener el resultado, se realiza la siguiente recodificación:

IMC	Codificación
18,5 – 24,99	Normal
25 – 29,99	Sobrepeso
30 – 39,99	Obesidad
Mayor a 40	Obesidad de alto riesgo

<sup>11</sup> Los METs son una forma de calcular los requerimientos energéticos, son múltiplos de la tasa metabólica basal y la unidad utilizada, MET-minuto, se calcula multiplicando el MET correspondiente al tipo de actividad por los minutos de ejecución de la misma en un día o en una semana, es así como en el presente trabajo se expresa en MET-minuto/semana.

4. Índice de exposición tabáquico: Se desarrolla una estimación acumulativa de consumo de tabaco a través de las variables de N° de cigarrillos fumados al día, N° de años fumando, a partir de la siguiente fórmula:

$$(\text{N}^\circ \text{ de cigarrillos fumados al día}) * (\text{N}^\circ \text{ de años de fumador}) / 20$$

A partir del resultado, se realiza una recodificación según la siguiente clasificación por riesgo EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica):

Índice	Codificación
Menos de 10	Sin riesgo
10 – 20	Riesgo moderado
21 – 40	Riesgo intenso
41 y más	Alto riesgo

Con respecto a las variables del cuestionario elaborado, se encuentran las referidas específicamente a la calidad y hábitos de sueño, las cuales se pueden analizar de manera individual mediante los índices de calidad de sueño Pittsburg y los indicadores que lo componen. El primero es un indicador de tipo escalar, que va de 0 a 21, donde 0 indica facilidad para dormir y 21 dificultad severa en todas las áreas. Los segundos son indicadores que miden calidad de sueño y rutinas referidas a este, con variables nominales, ordinales y escalares.

Dentro de estas también se encuentran variables sobre caracterización laboral y hábitos de vida, entre las que destacan horarios de alimentación, consumo de diversos alimentos, consumo de alcohol, tabaquismo y sedentarismo.

Finalmente, se consideran también la presencia de enfermedades física y mentales, junto con variables de caracterización sociodemográficas, entre las que se encuentra la variable 'Edad' que recodificamos a partir de la cantidad de años, transformándola desde una variable escalar a otra nominal con las siguientes categorías: menores de 51 años y mayores de 52 años. Se incluye también la variable nominal 'Nivel Educativo'.

#### 4. Métodos

Se utiliza el método descriptivo de tipo univariado, bivariado, multivariado entre el cambio de cada variable a partir de la ruta que desarrollan los choferes y otras variables de interés.

Los análisis descriptivos univariado, o también conocidos como análisis de la distribución de frecuencias, son útiles ya que permiten realizar un resumen de las observaciones sobre la variable de interés. Los análisis descriptivos bivariados y multivariados, en tanto, permiten observar la correspondencia en las pautas de variación de dos o más variables, a partir de tablas de contingencia, las cuales consisten en cruzar dimensiones o valores de dos variables, consignando en cada casilla de la tabla el número de observaciones que reúnen las dos dimensiones o valores de las variables que se cruzaron.

## 5. Tablas anexas

**Tabla n° 2: Nivel educativo**

	Frecuencia	Porcentaje
Educación básica	1	2,5
Educación Media Científico Humanista	16	40,0
Educación media técnica profesional	4	10,0
Centro de formación técnica incompleta (sin título)	2	5,0
Centro de formación técnica completa (con título)	4	10,0
Educación universitaria incompleta (sin título)	2	5,0
Educación media incompleta	11	27,5

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 3: Distribución de conductores según sistema de turnos**

	Frecuencia	Porcentaje
Sin sistema de turno	21	52,5
Con sistema de turno	19	47,5

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 4: Distribución de conductores según horas trabajadas en la semana**

	Frecuencia	Porcentaje
45 horas o menos	13	32,5
46 horas o más	27	67,5

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 6: Distribución de conductores según sistema de turnos y horas trabajadas en la semana, por edad**

	51 años y menos		52 años y más	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sin sistema de turno	13	65,0%	8	40,0%
Con sistema de turno	7	35,0%	12	60,0%
45 horas o menos	3	15,0%	10	50,0%
46 horas o más	17	85,0%	10	50,0%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 7: Distribución de conductores según sistema de turnos y horas trabajadas en la semana, por recorrido y edad**

	Costa				Sur				Norte			
	51 años y menos		52 años y más		51 años y menos		52 años y más		51 años y menos		52 años y más	
Sin sistema de turno	1	33,3%	0	0,0%	3	75,0%	2	50,0%	9	69,2%	6	46,2%
Con sistema de turno	2	66,7%	3	100,0%	1	25,0%	2	50,0%	4	30,8%	7	53,8%
45 horas o menos	1	33,3%	2	66,7%	2	50,0%	4	100,0%	0	0,0%	4	30,8%
46 horas o más	2	66,7%	1	33,3%	2	50,0%	0	0,0%	13	100,0%	9	69,2%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 8: Distribución de otras labores desarrolladas en el trabajo**

	Frecuencia	Porcentaje
Administrativas	1	3,4%
Limpieza	5	17,2%
Mantenimiento	14	48,3%
Limpieza y mantenimiento	9	31,0%

Fuente: Elaboración propia (N=29)

**Tabla n° 9: Distribución de otras labores desarrolladas en el trabajo según recorrido**

	Costa		Sur		Norte	
Administrativas	1	25%	0	0%	0	0%
Limpieza	2	50%	1	14%	2	11%
Mantenimiento	0	0%	3	43%	11	61%
Limpieza/Mantenimiento	1	25%	3	43%	5	28%

Fuente: Elaboración propia (N=29)

**Tabla n° 10: Distribución de otras labores desarrolladas en el trabajo según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
Administrativas	1	7%	0	0%
Limpieza	1	7%	4	27%
Mantenimiento	5	36%	6	40%
Limpieza/Mantenimiento	7	50%	5	33%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 11: Distribución de enfermedades físicas autoreportadas**

	Frecuencia	Porcentaje
Colesterol	5	25%
Diabetes	4	20%
Resistencia a la insulina	1	5%
Hipertensión	15	75%
Obesidad	1	5%
Discopatía lumbar	1	5%
Lumbago	3	15%

Fuente: Elaboración propia (N=20)

**Tabla n° 13: Distribución de enfermedades mentales autoreportadas**

	Frecuencia	Porcentaje
Ansiedad	1	11%
Depresión	7	78%
Estrés Laboral	1	11%

Fuente: Elaboración propia (N=9)

**Tabla n° 14: Distribución de enfermedades mentales autoreportadas según recorrido**

	Costa		Sur		Norte	
Ansiedad	0	0,0%	0	0,0%	1	14,3%
Depresión	0	0,0%	1	12,5%	6	85,7%
Estres Laboral	1	16,7%	0	0,0%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia (N=9)

**Tabla n° 15: Distribución de enfermedades físicas autoreportadas según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
Colesterol	3	33,3%	2	18,2%
Diabetes	2	22,2%	2	18,2%
Hipertensión	7	77,8%	8	72,7%
Lumbago	2	22,2%	1	9,1%
Discopatía Lumbar	0	0,0%	1	9,1%
Obesidad	1	11,1%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia (N 51 años y menos= 9; N 52 años y más= 11)

**Tabla n° 16: Promedio y Desviación Estándar de Estatura, Peso e IMC**

Estatura	Promedio	171,85
	Desviación Estándar	7,634
Peso	Promedio	90,67
	Desviación Estándar	13,808
IMC	Promedio	30,7656
	Desviación Estándar	4,67445

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 17: Distribución del IMC**

	Frecuencia	Porcentaje
Normal	4	10,0
Sobrepeso	18	45,0
Obeso	15	37,5
Obesidad de alto riesgo	3	7,5

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 18: Distribución del IMC según recorrido**

	Costa		Sur		Norte	
Normal	0	0,0%	0	0,0%	4	15,4%
Sobrepeso	2	33,3%	4	50,0%	12	46,2%
Obesidad	4	66,7%	3	37,5%	8	30,8%
Obesidad de alto riesgo	0	0,0%	1	12,5%	2	7,7%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 19: Distribución del IMC según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
Por debajo del peso	0	0,0%	0	0,0%
Normal	3	7,5%	1	2,5%
Sobrepeso	9	22,5%	9	22,5%
Obeso	5	12,5%	10	25,0%
Obesidad de alto riesgo	3	7,5%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 22: Distribución de horario de desayuno en días de descanso**

6:00 - 8:00	7	20%
8:01 - 10:00	24	69%
10:01 - 12:00	4	11%

Fuente: Elaboración propia. (N=35)

**Tabla n° 23: Distribución de horario de almuerzo en días de descanso**

	Frecuencia	Porcentaje
12:00 - 13:00	16	42%
13:01 - 14:00	14	37%
14:01 - 15:00	6	16%
15:01 - 16:00	1	3%
16:01 - 17:00	1	3%

Fuente: Elaboración propia. (N=38)

**Tabla n° 24: Horarios y lugares de desayuno y almuerzo en días labores, según recorrido**

		Costa		Sur		Norte	
Desayuno en turno	Sin horario	1	16,7%	3	37,5%	18	69,2%
	Con horario	5	83,3%	5	62,5%	8	30,8%
Almuerzo en turno	Sin horario	3	50,0%	2	25,0%	19	73,1%
	Con horario	3	50,0%	6	75,0%	7	26,9%
Lugar donde desayuna en turno	Almacén	1	16,7%	0	0,0%	0	0,0%
	Bus	0	0,0%	5	62,5%	14	53,8%
	Casa	1	16,7%	0	0,0%	1	3,8%
	Dependencias del trabajo	3	50,0%	3	37,5%	1	3,8%
	Relativo	1	16,7%	0	0,0%	10	38,5%
Lugar donde almuerza en turno	Bus	0	0,0%	1	12,5%	8	30,8%
	Dependencias del trabajo	4	66,7%	5	62,5%	6	23,1%
	Hostería	0	0,0%	0	0,0%	1	3,8%
	Relativo	2	33,3%	2	25,0%	11	42,3%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 25: Distribución de lugares de desayuno en días de turno**

	Frecuencia	Porcentaje
Almacén	1	3%
Bus	19	48%
Dependencias del trabajo	7	18%
Casa	2	5%
Relativo	11	28%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 26: Distribución de lugares de almuerzo en días de turno**

	Frecuencia	Porcentaje
Bus	9	23%
Dependencias del trabajo	15	38%
Hostería	1	3%
Relativo	15	38%

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 34: Distribución de cantidad de fumadores y no fumadores**

	Frecuencia	Porcentaje
Fumadores	19	47,5
No fumadores	21	52,5

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 35: Índice de tabaquismo**

	Frecuencia	Porcentaje
Sin riesgo	4	21,1
Riesgo moderado	6	31,6
Riesgo intenso	8	42,1
Alto riesgo	1	5,3

Fuente: Elaboración propia (N=19)

**Tabla n° 36: Índice de tabaquismo según recorrido y edad**

	Costa						Sur						Norte					
	51 años y menos		52 años y más		Total		51 años y menos		52 años y más		Total		51 años y menos		52 años y más		Total	
Sin riesgo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	4	57,1%	0	0,0%	4	28,6%
Riesgo moderado	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	33,3%	0	0,0%	1	33,3%	2	28,6%	3	42,9%	5	35,7%
Riesgo intenso	2	100,0%	0	0,0%	2	100,0%	2	66,7%	0	0,0%	2	66,7%	0	0,0%	4	57,1%	4	28,6%
Alto riesgo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	14,3%	0	0,0%	1	7,1%
Total	2	100,0%	0	0,0%	2	100,0%	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%	7	100,0%	7	100,0%	14	100,0%

Fuente: Elaboración propia (N=19)

**Tabla n° 37: Índice de tabaquismo según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
Sin riesgo	4	33,3%	0	0,0%
Riesgo moderado	3	25,0%	3	42,9%
Riesgo intenso	4	33,3%	4	57,1%
Alto riesgo	1	8,3%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia (N=19)

**Tabla n° 38: Distribución de consumo de bebidas alcohólicas**

	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	13	32,5
1 o menos veces al mes	17	42,5
De 2 a 4 veces al mes	10	25,0

Fuente: Elaboración propia (N=40)

**Tabla n° 39: Consumo de bebidas alcohólicas según recorrido y edad**

	Costa						Sur						Norte					
	51 años y menos		52 años y más		Total		51 años y menos		52 años y más		Total		51 años y menos		52 años y más		Total	
Nunca	0	0,0%	1	33,3%	1	16,7%	1	25,0%	1	25,0%	2	25,0%	6	46,2%	4	30,8%	10	38,5%
1 o menos veces al mes	1	33,3%	0	0,0%	1	16,7%	3	75,0%	2	50,0%	5	62,5%	4	30,8%	7	53,8%	11	42,3%
De 2 a 4 veces al mes	2	66,7%	2	66,7%	4	66,7%	0	0,0%	1	25,0%	1	12,5%	3	23,1%	2	15,4%	5	19,2%
De 2 a 3 veces a la semana	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
4 o más veces a la semana	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 40: Consumo de bebidas alcohólicas según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	7	35,0%	6	30,0%
1 o menos veces al mes	8	40,0%	9	45,0%
De 2 a 4 veces al mes	5	25,0%	5	25,0%
De 2 a 3 veces a la semana	0	0,0%	0	0,0%
4 o más veces a la semana	0	0,0%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 41: Consumo de bebidas alcohólicas según sistema de turnos y horas trabajadas en la semana**

	Sin sistema de turno		Con sistema de turno		45 horas o menos		46 horas o más	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	7	33,3%	6	31,6%	3	23,1%	10	37,0%
1 o menos veces al mes	11	52,4%	6	31,6%	7	53,8%	10	37,0%
De 2 a 4 veces al mes	3	14,3%	7	36,8%	3	23,1%	7	25,9%
De 2 a 3 veces a la semana	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
4 o más veces a la semana	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 42: Cantidad de días a la semana que desarrolla actividad física intensa**

	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	37	92,5
1 día	1	2,5
2 días	1	2,5
5 días	1	2,5

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 43: Cantidad de días a la semana que desarrolla actividad física moderada**

	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	37	92,5
1 día	1	2,5
7 días	2	5,0

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 44: Cantidad de días a la semana que camina al menos 10 minutos seguidos**

	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	9	22,5
1 día	3	7,5
2 días	2	5,0
3 días	7	17,5
4 días	2	5,0
5 días	1	2,5
6 días	1	2,5
7 días	15	37,5

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 45: Índice de actividad física**

	Frecuencia	Porcentaje
Bajo o Inactivo	25	62,5
Mínimamente activo/Moderado	11	27,5
Activo/Actividad que favorece a la salud	4	10,0

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 46: Índice de actividad física según recorrido**

	Costa	Costa	Sur	Sur	Norte	Norte
Bajo o Inactivo	3	50,0%	4	50,0%	18	69,2%
Mínimamente activo/Moderado	2	33,3%	2	25,0%	7	26,9%
Activo/Actividad que favorece a la salud	1	16,7%	2	25,0%	1	3,8%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 47: Índice de actividad física según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
Bajo o Inactivo	12	30,0%	13	32,5%
Mínimamente activo/Moderado	7	17,5%	4	10,0%
Activo/Actividad que favorece a la salud	1	2,5%	3	7,5%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 48: Índice de Pittsburg**

PSQI	Media	4,40
	DE	2,4
	Mínimo	1
	Máximo	11

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 51: Horarios para levantarse y acostarse en días de turno, según recorrido**

		Costa		Sur		Norte	
Horario para levantarse	Relativo	1	16,7%	8	100,0%	24	92,3%
	4:00	1	16,7%	0	0,0%	1	3,8%
	5:00	2	33,3%	0	0,0%	0	0,0%
	6:00	2	33,3%	0	0,0%	1	3,8%
Horario para acostarse	21,00	1	16,7%	0	0,0%	0	0,0%
	22,00	0	0,0%	0	0,0%	1	3,8%
	22,30	2	33,3%	0	0,0%	0	0,0%
	23,00	2	33,3%	0	0,0%	0	0,0%
	Relativo	1	16,7%	8	100,0%	25	96,2%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 52: Horarios para levantarse y acostarse en días libres, según recorrido**

		Costa		Sur		Norte	
Horario para acostarse	1:00	1	16,7%	0	0,0%	2	8,3%
	2:00	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%
	4:00	0	0,0%	0	0,0%	1	4,2%
	20:00	0	0,0%	0	0,0%	2	8,3%
	21:00	0	0,0%	0	0,0%	5	20,8%
	22:00	2	33,3%	2	40,0%	5	20,8%
	22:30	1	16,7%	0	0,0%	0	0,0%
	23:00	1	16,7%	1	20,0%	6	25,0%
	24:00:00	1	16,7%	2	40,0%	2	8,3%
Horario para levantarse	5:00	1	20,0%	1	16,7%	0	0,0%
	6:00	0	0,0%	0	0,0%	1	4,0%
	6:30	0	0,0%	0	0,0%	1	4,0%
	7:00	0	0,0%	0	0,0%	2	8,0%
	7:30	0	0,0%	1	16,7%	1	4,0%
	8:00	1	20,0%	1	16,7%	6	24,0%
	8:30	0	0,0%	1	16,7%	1	4,0%
	9:00	0	0,0%	0	0,0%	8	32,0%
	9:30	0	0,0%	1	16,7%	0	0,0%
	10:00	2	40,0%	0	0,0%	2	8,0%
	11:00	1	20,0%	0	0,0%	1	4,0%
	12:00	0	0,0%	0	0,0%	1	4,0%
	13:00	0	0,0%	1	16,7%	0	0,0%
	16:00	0	0,0%	0	0,0%	1	4,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 53: Distribución de minutos que tarde en dormir**

	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 15 minutos	19	47,5
Entre 16-30 minutos	13	32,5
Entre 31-60 minutos	7	17,5
Más de 60 minutos	1	2,5

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 54: Distribución de minutos que tarde en dormir, según recorrido**

	Costa		Sur		Norte	
Menos de 15 minutos	1	16,7%	4	50,0%	14	53,8%
Entre 16-30 minutos	2	33,3%	3	37,5%	8	30,8%
Entre 31-60 minutos	3	50,0%	0	0,0%	4	15,4%
Más de 60 minutos	0	0,0%	1	12,5%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 55: Distribución de minutos que tarde en dormir, según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
Menos de 15 minutos	5	25,0%	14	70,0%
Entre 16-30 minutos	8	40,0%	5	25,0%
Entre 31-60 minutos	6	30,0%	1	5,0%
Más de 60 minutos	1	5,0%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 56: Evaluación sobre calidad del sueño**

	Frecuencia	Porcentaje
Bastante buena/Muy buena	10	25,0%
Buena	18	45,0%
Normal	1	2,5%
Regular	9	22,5%
Bastante mala/ Muy mala	2	5,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 57: Evaluación sobre calidad del sueño según recorrido**

	Costa		Sur		Norte	
Muy buena	0	0,0%	0	0,0%	1	3,8%
Bastante buena	1	16,7%	2	25,0%	6	23,1%
Bastante mala	0	0,0%	0	0,0%	1	3,8%
Muy mala	0	0,0%	0	0,0%	1	3,8%
Buena	4	66,7%	2	25,0%	12	46,2%
Regular	1	16,7%	3	37,5%	5	19,2%
Normal	0	0,0%	1	12,5%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 58: Evaluación sobre calidad del sueño según edad**

	51 años y menos		52 años y más	
Muy buena	0	0,0%	1	5,0%
Bastante buena	2	10,0%	7	35,0%
Bastante mala	1	5,0%	0	0,0%
Muy mala	1	5,0%	0	0,0%
Buena	10	50,0%	8	40,0%
Regular	5	25,0%	4	20,0%
Normal	1	5,0%	0	0,0%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 59: Frecuencia de problemas al dormir**

	Ninguna vez	Menos de una vez al mes	1 o 2 veces a la semana	3 o más veces a la semana
Por no poder conciliar el sueño en la primera media hora	24 60,0%	5 12,5%	6 15,0%	5 12,5%
Por despertarse durante la noche o de madrugada	24 60,0%	3 7,5%	8 20,0%	5 12,5%
Por tener que levantarse para ir al baño	26 65,0%	1 2,5%	9 22,5%	4 10,0%
Por no poder respirar bien	39 97,5%	0	1 2,5%	0
Por toser o roncar ruidosamente	33 82,5%	4 10,0%	2 5,0%	1 2,5%
Por sentir frío	34 85,0%	1 2,5%	4 10,0%	1 2,5%
Por sentir demasiado calor	29 72,5%	6 15,0%	4 10,0%	1 2,5%
Por tener pesadillas o malos sueños	35 87,5%	2 5,0%	2 5,0%	1 2,5%
Por sufrir dolores	28 70,0%	2 5,0%	5 12,5%	5 12,5%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 60: Frecuencia del uso de medicamentos para dormir**

	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna vez en el último mes	38	95,0
Menos de una vez a la semana	1	2,5
Una o dos veces a la semana	1	2,5

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 61: Frecuencia de sentir somnolencias al realizar actividades cotidianas**

	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna vez en el último mes	26	65,0
Menos de una vez a la semana	4	10,0
Una o dos veces a la semana	7	17,5
Tres o más veces a la semana	3	7,5

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 62: Frecuencia de sentir problemas de ánimo**

	Frecuencia	Porcentaje
Ningún problema	28	70,0
Sólo un leve problema	3	7,5
Un problema	6	15,0
Un grave problema	3	7,5

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 63: Distribución de lugares donde dormir en días de trabajo**

	Frecuencia	Porcentaje
Bus	10	25%
Bus/pensión	24	60%
Pensión	1	3%
Casa	3	8%
Bus/casa	2	5%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

**Tabla n° 64: Tiempo que transcurre entre ultima comida e ir a dormir en los días de turno**

	Frecuencia	Porcentaje
Media hora	1	2,5
1	6	15,0
1 hora y media	2	5,0
2	4	10,0
3	3	7,5
4	2	5,0
7	1	2,5
Relativo	21	52,5

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

Tabla n° 65: Tiempo que transcurre entre ultima comida e ir a dormir en los días de descanso

	Frecuencia	Porcentaje
Media hora	2	5%
1	5	13%
1 hora y media	3	8%
2	7	18%
2 horas y media	4	10%
3	8	20%
4	3	8%
4 horas y media	3	8%
5	1	3%
Relativo	4	10%

Fuente: Elaboración propia. (N=40)

## Anexo II: Informe de evaluación dispositivos considerados y elección de dispositivos para el proyecto

Este informe tiene por objetivo presentar una revisión panorámica de los dispositivos wearables existentes en el mercado internacional. Por medio de una matriz se compararán sus características lo que permitirá seleccionar los dispositivos a estudiar en la siguiente etapa del proyecto. La matriz considera los siguientes atributos:

- Nombre comercial del dispositivo
- Imagen
- Valor comercial
- Funcionalidades y características generales como resistencia al agua, batería, personalización, funcionalidades adicionales y extracción de información.
- Aplicabilidad para el estudio

## Matriz de comparación

Nombre comercial del dispositivo	Imagen	Valor comercial	Funcionalidades y características generales	Aplicabilidad para el estudio
U-wake o Impecca Alert Band		USD \$249.99. *no considera gastos de importación	Cintillo detector de fatiga: monitorea y analiza las ondas cerebrales. La información extraída por el cintillo se envía por Bluetooth 4.0 a una aplicación en Smartphone. La aplicación analizará la información y con niveles altos de fatiga gatillará una alarma para mantener despierto al conductor y persuadirlo a descansar. También se pueden enviar alertas a familiares y amigos.	Es un dispositivo que reacciona frente a un episodio de fatiga, pero no permite obtener información sobre la calidad o hábitos de sueño. Es un producto muy nuevo en el mercado. Se descarta su uso en este estudio.
Alarma anti-fatiga, varios fabricantes		\$13.880 - \$67.620	Dispositivo que emite una alarma cuando detecta que el usuario se está quedando dormido. Se sujeta de un oído y la alarma se dispara cuando el conductor cabecea. No se guarda ni se puede recolectar información.	Este es un dispositivo reactivo frente a un evento de fatiga, muy básico que no permite obtener información para su análisis. Se descarta su uso en este estudio.
DSS Fleet – Driver Safety System		Equipo: \$1.633.000 Soporte 5 meses: \$262.700	Es un dispositivo intra-cabina que graba y procesa en tiempo real las imágenes de la cara del conductor para detectar señales de fatiga o somnolencia como caída de párpados, velocidad de parpadeo, relajación de la boca, cabeceos. También detecta cuando el conductor está distraído. Frente a evento de distracción o fatiga el aparato emite alertas de sonido y vibratorias. La información se envía a una central de monitoreo donde se lleva registro de las actividades de los conductores de una empresa. Los eventos de peligro se envían por correo electrónico como medida de respaldo.	Esta solución escapa de la definición de wearables ya que el dispositivo no es utilizado por el usuario. Adicionalmente es un sistema reactivo que requiere que el usuario esté conduciendo para operar. No obstante, dada su penetración en el mercado, especialmente en la minería y transporte terrestre, se considerará en este estudio como punto de comparación con el resto de los dispositivos elegidos.
Pulseras Fitbit		Flex: \$72.710 Charge HR: \$130.360 Alta: \$134.470	Los wearables Fitbit son pulseras inteligentes que monitorean actividad física y sueño. El modelo Charge HR adicionalmente permite monitorear el ritmo cardiaco. Son resistentes al agua (hasta 1 ATM) pero no se recomienda usarlos en la ducha. Respecto a la batería: - Flex: hasta 5 días, 3 horas de carga. Batería se retira de pulsera y se conecta a cable USB. - Charge HR: entre 7 y 10 días, 2 horas de carga. Cable USB se conecta a pulsera. - Alta: hasta 5 días, 2 horas de carga. Cable USB se conecta a	Si bien no es resistentes al agua, la información minuto a minuto respecto al estado del sueño puede ser muy significativa para el análisis. Dado que la información recolectada por los distintos modelos es la misma, se elige seguir estudiando el modelo Charge HR puesto que también monitorea el ritmo cardiaco que podría resultar

			<p>pulsera.</p> <p>Los modelos Charge HR y Alta tienen pantalla, reloj y notificador de llamadas entrantes al Smartphone sincronizado. Flex y Charge están disponibles en varios colores, Alta permite ir cambiando el color de la pulsera.</p> <p>Todos los modelos listados permiten obtener la misma información del sueño por medio de una API de fitbit. Para un día en particular la API permite extraer el log de sueño que entrega:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Totalizado de minutos en cama, minutos para quedarse dormido, minutos dormidos, minutos despierto, minutos después de despertar.</li> <li>- Detalle minuto a minuto del estado de sueño. Los estados posibles son: dormido, despierto y completamente despierto.</li> </ul> <p>Requiere sincronización vía Bluetooth con aplicación en dispositivos mayores para la extracción de información.</p>	interesante para el estudio.
Pulseras Garmin		<p>Vivofit 3: \$ 114.250</p> <p>Vivosmart HR: \$52.980</p>	<p>Los wearables Garmin son pulseras inteligentes que monitorean actividad física y sueño.</p> <p>Son resistentes al agua (hasta 5 ATM) y es posible usarlos en la ducha.</p> <p>Respecto a la batería:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vivofit 3: es sustituable y usa una pila de reloj CR1632, duración 1 año aproximadamente.</li> <li>- Vivosmart HR: hasta 8 horas, recargable.</li> </ul> <p>Los modelos ambos modelos tienen pantalla, reloj, notificador de email, SMS, alerta de calendario, redes sociales y llamadas entrantes al Smartphone sincronizado. Vivofit 3 permite el cambio de la pulsera para personalización.</p> <p>Los modelos listados permiten obtener información del sueño como el tiempo total de sueño y tiempo de sueño profundo por medio de una API de Garmin. No fue posible obtener información más específica de la API, Garmin solicita registrarse como desarrollador para entregarla.</p> <p>Requiere sincronización vía Bluetooth con aplicación en dispositivos mayores para la extracción de información.</p>	<p>El dispositivo tiene unas características físicas y funcionales muy buenas pero se descarta del estudio por la dificultad que existe para acceder a la información.</p> <p>El proceso de enrolamiento como desarrollador en Garmin es engorroso y hay poca certeza de ser aceptados.</p>
Jawbone UP3		\$ 101.090	<p>Es una pulsera inteligente que monitorea actividad física y sueño. También integra un monitor del ritmo cardíaco.</p> <p>Es resistente al agua y es posible usarlo en la ducha, no recomendado para sumergir en agua.</p> <p>Respecto a la batería dura hasta 8 días y su carga completa 80 minutos.</p> <p>No tiene funcionalidades de</p>	<p>Se decide seguir estudiando este dispositivo en las próximas etapas del proyecto por la información del sueño que es posible extraer de él, especialmente la secuencia de fases.</p> <p>En términos de</p>

			<p>smartwatch.</p> <p>La pulsera está disponible en varios colores.</p> <p>Jawbone permite obtener datos por medio de una API: tiempo dormido, hora a la que se despertó la persona, tiempo total de sueño, total de sueño ligero, total de sueño profundo, total de sueño REM, tiempo que tomó quedarte dormido, cantidad de veces que se despertó, tiempo total despierto, lectura más reciente de la frecuencia cardíaca en reposo. La API también puede entregar una secuencia ordenada de fases del sueño del usuario, indicando para cada una la hora de inicio y tipo de fase: despierto, sueño ligero, sueño profundo.</p> <p>Requiere sincronización vía Bluetooth con aplicación en dispositivos mayores para la extracción de información.</p>	<p>usabilidad se ve bien ya que es resistente al agua y no requiere removerlo en la ducha.</p>
Misfit Shine 2		\$ 104.120	<p>Es un dispositivo inteligente que monitorea actividad física y sueño. Físicamente es redondo y se monta sobre una correa para usar en la muñeca.</p> <p>Es resistentes al agua y es posible usarlos en la ducha, se puede sumergir en agua, hasta 50m.</p> <p>Respecto a la batería es sustituible y utiliza una pila de reloj CR2032, duración hasta 6 meses aproximadamente.</p> <p>No tiene funcionalidades de smartwatch pero sus luces pueden notificar de llamadas e emails entrantes.</p> <p>El dispositivo está disponible en colores negro y cobre; la pulsera solo en color negro.</p> <p>Misfit permite obtener datos por medio de una API que entrega una secuencia ordenada de fases del sueño del usuario, indicando para cada una la hora de inicio y tipo de fase: despierto, sueño, sueño profundo.</p> <p>Requiere sincronización vía Bluetooth con aplicación en dispositivos mayores para la extracción de información.</p>	<p>Se decide seguir estudiando este dispositivo en las próximas etapas del proyecto por la información del sueño que es posible extraer de él, especialmente la secuencia de fases.</p> <p>En términos de usabilidad se ve bien ya que es resistente al agua y no requiere removerlo en la ducha.</p>
Pebble Time		\$149.999	<p>Es un reloj inteligente que monitorea actividad física y sueño por medio de la funcionalidad Pebble Health.</p> <p>Es resistentes al agua (3ATM) y es posible usarlos en la ducha, se puede sumergir en agua, hasta 30m.</p> <p>Respecto a la batería dura hasta 7 días y su carga completa 3 horas.</p> <p>Es un smartwatch por lo que recibe notificaciones de email, llamadas y redes sociales.</p> <p>El dispositivo está disponible en colores negro, rojo y blanco.</p> <p>Los datos de sueño se pueden obtener por medio de una API de Pebble</p>	<p>Se descarta utilizar este dispositivo en las próximas etapas del estudio pues la información del sueño que provee es muy general.</p>

			Health. Esta entrega las métricas: tiempo en que el usuario está dormido y tiempo en que el usuario está profundamente dormido. Requiere sincronización vía Bluetooth con aplicación en dispositivos mayores para la extracción de información.	
--	--	--	---	--

Con la información obtenida de este levantamiento inicial, se decide adquirir y evaluar con mayor profundidad los siguientes dispositivos:

- DSS Fleet
- Fitbit Charge HR
- Jawbone UP3
- Misfit Shine 2

El estudio consideró la compra y uso de estos dispositivos por una semana. Para cada uno de ellos se analizan los siguientes aspectos:

- a) Descripción del dispositivo
- b) Operación normal
- c) Características de la información de sueño recolectada por el dispositivo.
- d) Percepción del usuario respecto de la veracidad de la información registrada.
- e) Formato de la entrega de información del dispositivo.
- f) Usabilidad, opinión del usuario.
- g) Características técnicas:
  - a. Batería
  - b. Resistencia al agua
- h) Adquisición del dispositivo.

Finalmente, se indica el dispositivo elegido para continuar con la investigación en terreno.

## Evaluación de los dispositivos

### Fitbit Charge HR

#### Descripción del dispositivo

El Fitbit Charge HR es una banda que se utiliza alrededor de la muñeca. Existen distintos tamaños de correa: pequeño, grande, extragrande.

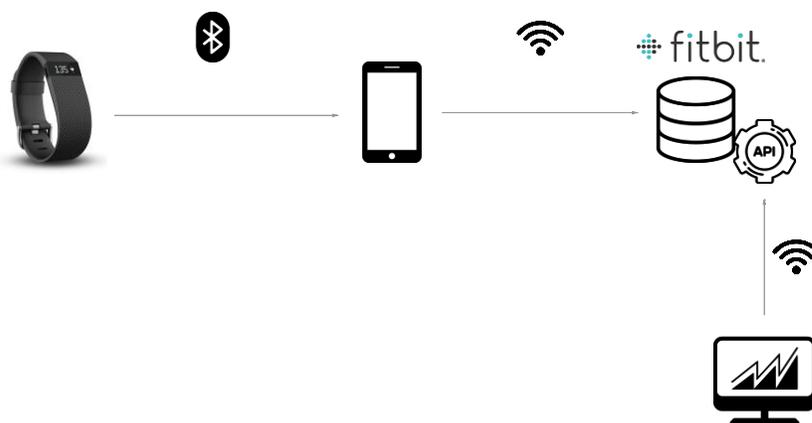


Este dispositivo recopila información del usuario por medio de los sensores: monitor óptico del ritmo cardíaco, acelerómetro triaxial y altímetro. Tiene un pequeño visor para ver la hora, frecuencia cardiaca y otros indicadores.

#### Operación normal

Para ser configurado y entregar la información registrada, el wearable debe comunicarse vía Bluetooth 4.0+ con un dispositivo móvil con la aplicación del mismo fabricante. La aplicación de Jawbone está disponible en App Store, Google play y Windows Store.

Es necesario que Fitbit Charge HR sea sincronizado regularmente con el dispositivo móvil para la descarga y almacenamiento de información. A través de la aplicación móvil los datos recopilados por el wearable son subidos a las bases de datos de Fitbit para consultas posteriores por medio de APIs. La siguiente figura muestra el mecanismo de comunicación, almacenamiento y disponibilidad de datos.



El dispositivo se sincronizó con un Smartphone Galaxy S6 durante el periodo de evaluación.

## Características de la información de sueño recolectada por el dispositivo.

El wearable Fitbit Charge HR detecta automáticamente cuando el usuario se queda dormido y clasifica el estado de sueño en: dormido (asleep), inquieto (restless) o despierto (awake). Al sincronizar el dispositivo con la aplicación móvil, esta muestra el total de horas en sueño, la cantidad de veces que el usuario despierta o está inquieto y el total de minutos despierto o inquieto. Respecto a las diferencias entre los estados de sueño el fabricante indica:

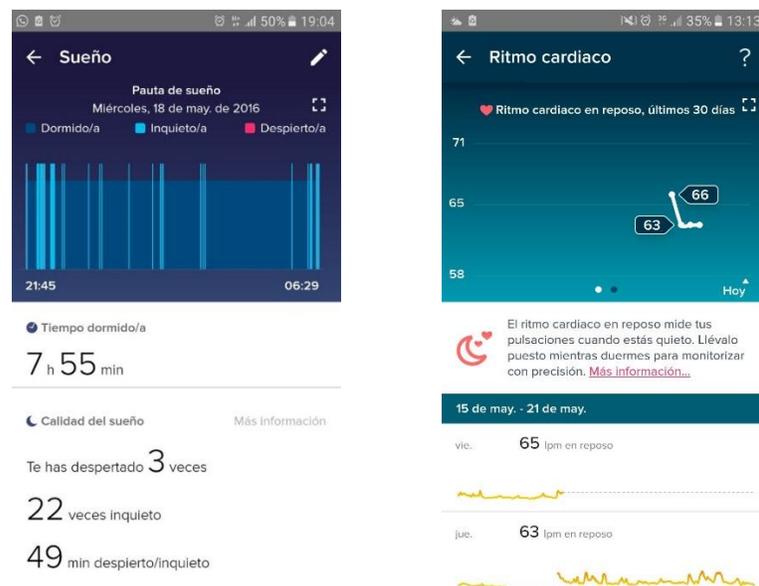
### ¿QUÉ SIGNIFICAN LOS DISTINTOS ESTADOS DEL SUEÑO?

Durante el modo sueño, cuando tu cuerpo está completamente en reposo e inmóvil, el monitor Fitbit registra que estás dormido.

Un estado de sueño inquieto indica que tu cuerpo ha pasado de una posición de reposo total con muy poco movimiento a un estado de mayor movimiento como, por ejemplo, darse la vuelta en la cama. Esto no significa necesariamente que en ese momento estabas completamente despierto y consciente de tus movimientos, sino que puede indicar que no estabas teniendo el mejor descanso posible.

Cuando tu monitor indica que te estás moviendo tanto que no es posible tener un sueño reparador, el gráfico del sueño indicará que estabas despierto.

La aplicación también permite definir una meta personal para cantidad de horas dormidas; luego, cada evento de sueño es comparado para ver cumplimiento respecto a la meta.



Adicionalmente, la banda mide la frecuencia cardiaca en reposo del usuario. En otra vista se pueden apreciar estas mediciones.

El fabricante entrega la siguiente información respecto a la forma en que obtiene y calcula las mediciones:

### ¿CÓMO DETECTA EL MONITOR DE FORMA AUTOMÁTICA QUE ME HE DORMIDO?

Todos nuestros monitores de muñeca detectan automáticamente tu sueño.

La autodetección se basa en el movimiento. Cuando no te has movido en más de una hora, los algoritmos asumen que el sueño ha comenzado, lo que se confirma por el intervalo de tiempo que tus movimientos

(por ejemplo, darse la vuelta) solo indican un comportamiento de sueño. El movimiento matutino informa al monitor de que estás despierto. Si no te mueves, pero tampoco estás dormido durante periodos de tiempo prolongados, es posible que el monitor registre el sueño erróneamente, en cuyo caso podrás eliminar el registro de sueño del panel.

### Percepción del usuario respecto de la veracidad de la información registrada.

Tiempo de sueño indicado por la aplicación es correcto según percepción de usuario. Se pudo verificar los periodos despierto, pero no se pueden ratificar los estado de sueño.

### Formato de la entrega de información del dispositivo.

Como se mencionó anteriormente, Fitbit disponibiliza a través de una API la información de sueño de los usuarios. Para esto, el usuario tiene que autorizar el uso de sus datos por una aplicación de terceros. Las respuestas están en formato JSON.

Existe un solo método para obtener la información de los eventos de sueño para el rango de fechas indicadas. Este entrega un listado de los eventos de sueño, y para cada uno de ellos datos totalizados e información minuto a minuto del estado de sueño. Es posible obtener el listado de todos los eventos incluyendo siestas o solo el evento principal usando el parámetro **isMainSleep=true** en la consulta.

A continuación se muestra una respuesta de ejemplo:

```
{  "sleep": [
    {
      "isMainSleep":true,
      "logId":29744,
      "efficiency":98,
      "startTime":"2011-06-16T00:00:00.000",
      "duration":28800000,
      "minutesToFallAsleep":0,
      "minutesAsleep":480,
      "minutesAwake":0,
      "minutesAfterWakeup":0,
      "awakeCount":0,
      "awakeDuration":0,
      "restlessCount":0,
      "restlessDuration":0,
      "timeInBed":480
      "minuteData":[
        {
          "dateTime":"00:00:00",
          "value":"3"
        },
        {
          "dateTime":"00:01:00",
          "value":"2"
        },
        {
          "dateTime":"00:02:00",
          "value":"1"
        },
        &lt;...&gt;
      ],
    },
    {
      "isMainSleep":false,
      "logId":29745,
      "efficiency":93,
      "startTime":"2011-06-16T14:00:00.000",
      "duration":3600000,
      "minutesToFallAsleep":20,
      "minutesAsleep":38,
      "minutesAwake":0,
      "minutesAfterWakeup":2,
      "awakeningsCount":0,
      "awakeCount":0,
      "awakeDuration":0,
      "restlessCount":0,
    }
  ]
}
```

```

    "restlessDuration":0,
    "timeInBed":60,
    "minuteData":[
      {
        "dateTime":"14:00:00",
        "value":"3"
      },
      &lt;...&gt;
    ]
  },
  "summary":{
    "totalMinutesAsleep":518,
    "totalSleepRecords":2,
    "totalTimeInBed":540
  }
}

```

Para cada evento de sueño, se indica si es el evento principal mediante un flag, la eficiencia del sueño, la fecha/tiempo de inicio, minutos para quedarse dormido, minutos dormidos, minutos despierto, minutos inquieto y tiempo total en cama. El detalle de los estados de sueño (minuteData) se entrega minuto a minuto. Para cada medición se informa la hora de la medición y su valor. Los valores posibles son:

- 1: *asleep*, dormido
- 2: *awake*, inquieto
- 3: *really awake*, despierto.

La eficiencia del sueño se calcula con la ecuación:  $100 * \text{tiempo dormido} / (\text{tiempo dormido} + \text{tiempo inquieto} + \text{tiempo despierto durante el sueño})$

**Frecuencia cardiaca**

Adicionalmente, el Fitbit Charge HR permite obtener mediciones de frecuencia cardiaca para un rango de tiempo, según un intervalo definido. Esto requiere autorización previa de Fitbit: aplicaciones comerciales requieren de visto bueno y están sujetas a requerimientos adicionales; la autorización es más expedita para proyectos personales e investigaciones sin fines de lucro.

```

"activities-heart-intraday": {
  "dataset": [
    {
      "time": "00:00:00",
      "value": 64
    },
    {
      "time": "00:00:10",
      "value": 63
    },
    {
      "time": "00:00:20",
      "value": 64
    },
    {
      "time": "00:00:30",
      "value": 65
    },
    {
      "time": "00:00:45",
      "value": 65
    }
  ],
  "datasetInterval": 1,
  "datasetType": "second"
}

```

**Usabilidad, opinión del usuario.**

Dispositivo es grande e incómodo.

**Características técnicas:**

**Memoria:** almacena hasta 7 días de datos completos, minuto a minuto.

**Batería:** se carga vía USB. La carga completa demora entre 1 y 2 horas y dura hasta 5 días.

**Resistencia al agua:** es a prueba de transpiración, lluvia y salpicaduras. No se puede usar en la ducha ni sumergirlo bajo el agua.

**Adquisición del dispositivo.**

Producto disponible para compra en sitios de importación como Buscalibre. Su valor aproximado es \$130.980.

## Jawbone UP3

### Descripción del dispositivo

El Jawbone UP3 es una banda que se utiliza alrededor de la muñeca.

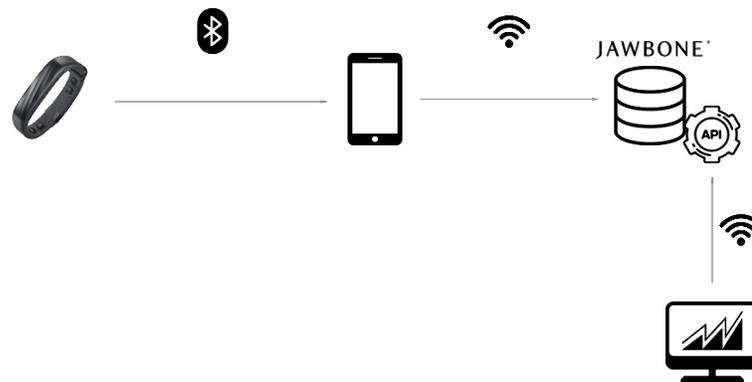


Este dispositivo recopila información del usuario por medio de sensores de bioimpedancia, piel y temperatura ambiente, junto con un acelerómetro triaxial. No tiene visor, toda la información se obtiene a través de una aplicación móvil.

### Operación normal

Para ser configurado y entregar la información registrada, el wearable debe comunicarse vía Bluetooth 4.0+ con un dispositivo móvil con la aplicación del mismo fabricante. La aplicación de Jawbone está disponible en App Store, Google Play y Windows Store.

Es necesario que Jawbone UP3 sea sincronizado regularmente con el dispositivo móvil para la descarga y almacenamiento de información. A través de la aplicación móvil los datos recopilados por el wearable son subidos a las bases de datos de Jawbone para consultas posteriores por medio de APIs. La siguiente figura muestra el mecanismo de comunicación, almacenamiento y disponibilidad de datos.



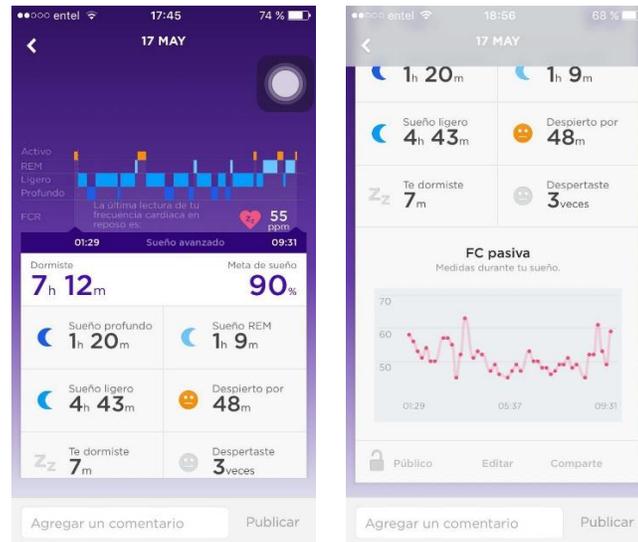
El dispositivo se sincronizó con un Smartphone iPhone 5S durante el periodo de evaluación.

### Características de la información de sueño recolectada por el dispositivo.

El wearable Jawbone UP3 detecta automáticamente cuando el usuario se queda dormido y clasifica la información de sueño, según su calidad en: despierto o activo, REM, Ligero y Profundo. Al sincronizar el dispositivo con la aplicación móvil, esta muestra el total de horas en sueño, y un totalizado para cada

clasificación del tipo de sueño. Además se muestran los minutos antes de quedarse dormido y la cantidad de veces que se despertó el usuario durante el sueño.

La aplicación también permite definir una meta personal para cantidad de horas dormidas; luego, cada evento de sueño es comparado para ver cumplimiento respecto a la meta.



Adicionalmente, la banda mide la frecuencia cardiaca en reposo del usuario. En la misma vista de información de la sesión de sueño, en la aplicación se puede ver la oscilación en la frecuencia cardiaca durante el sueño.

El fabricante entrega la siguiente información respecto a la forma en que obtiene y calcula las mediciones:

#### ¿De qué manera UP registra mi movimiento y sueño?

UP utiliza un sensor de movimiento de precisión y potentes algoritmos para llevar un registro y cuantificar pasivamente tus pasos, distancia, calorías, tiempo de actividad y tiempo de inactividad. Calcula las calorías quemadas según tu edad, sexo, altura y peso, así como la intensidad y duración de la actividad. UP utiliza la actigrafía para registrar tu sueño, lo que permite controlar tus micromovimientos para determinar si estás despierto, en un sueño ligero o en un sueño profundo.

#### ¿Cómo sé si es preciso?

La pulsera UP usa la tecnología de punta MotionX para registrar la actividad, lo que le entrega una precisión superior. Si bien las condiciones del usuario, el terreno y la actividad pueden influir en los cálculos específicos, las pruebas han demostrado que UP proporciona precisión líder en la industria en el registro de la actividad y el sueño. Puedes usar la función de calibración incorporada para que UP sea más preciso para ti.

#### Percepción del usuario respecto de la veracidad de la información registrada.

Tiempo de sueño indicado por la aplicación es correcto según percepción de usuario. Se pudo verificar los periodos despierto, pero no se puede ratificar periodos de sueño ligero, profundo y REM.

## Formato de la entrega de información del dispositivo.

Como se mencionó anteriormente, Jawbone disponibiliza a través de una API la información de sueño de los usuarios. Para esto, el usuario tiene que autorizar el uso de sus datos por una aplicación de terceros.

Los métodos disponibles de relevancia para el estudio son:

- Obtener la lista de eventos de sueño: entrega un listado de eventos de sueño para el rango especificado. Para cada evento se entrega su georreferenciación, tiempo de inicio, duración total del sueño y duración total de cada tipo de sueño.
- Obtener información sobre un evento de sueño: entrega la misma información anterior, restringida a solo un evento.
- Obtener las fases de sueño: para el evento de sueño especificado en la consulta se identifican los cambios en el tipo de sueño indicando hora de inicio y fase del sueño.

Las consultas entregan su resultado en formato JSON. Los campos de tiempo están en Tiempo Unix (Epoch timestamp).

## Lista de eventos de sueño:

Cada evento de sueño corresponde a un *ítem* con atributos como tiempos de creación y término del registro de sueño, fecha, latitud, longitud y detalle. Este último es una estructura que almacena los totalizados de cada fase de sueño, número de veces que el usuario se despierta, duración total, fechas en que el usuario se queda dormido y se despierta, y zona horaria.

```
HTTP 200 OK
{
  "meta":
  {
    "user_xid": "6x139CsoVp2KirfHwVq_Fx",
    "message": "OK",
    "code": 200
    "time": 1386122022
  },
  "data":
  {
    "items":
    [
      {
        "xid": "40F7_htRRnQ6_IpPSk0pow",
        "title": "for 6h 46m",
        "sub_type": 0,
        "time_created": 1384963500,
        "time_completed": 1385099220,
        "date": 20131121,
        "place_lat": "37.451572",
        "place_lon": "-122.184435",
        "place_acc": 10,
        "place_name": "My House",
        "snapshot_image": "/nudge/image/e/1385066264/40F7_htRRnQ6_IpPSk0pow/grEGutn_3mE.png"
        "details":
        {
          "smart_alarm_fire": 1385049600,
          "awake_time": 1385049573,
          "asleep_time": 1385023259,
          "awakenings": 2
          "rem": 0
          "light": 8340,
          "deep": 16044,
          "awake": 3516,
          "duration": 27900,
          "tz": "America/Los_Angeles"
        }
      },
      {
        ... more items ...
      }
    ]
  }
}
```

```
    "links":
    {
      "next": "/nudge/api/v.1.1/users/6x139CsoVp2KirfHwVq_Fx/sleeps?page_token=1384390680"
    },
    "size": 10
  }
}
```

**Evento de sueño**

La información entregada por este método es igual a unos de los *items* retornados en la consulta anterior.

**Obtener las fases de sueño**

Esta consulta entrega los tiempos de inicio de cada fase del sueño, las que son descritas por tiempo de inicio en Tiempo Unix y profundidad (*depth*).

```
HTTP 200 OK
{
  "meta":
  {
    "user_xid": "b9yCLa3f01yf",
    "message": "OK",
    "code": 200
    "time": 1386714147
  },
  "data":
  {
    "items":
    [
      {
        "depth": 1,
        "time": 1396163460
      },
      {
        "depth": 2,
        "time": 1396164300
      },
      {
        "depth": 3,
        "time": 1396164600
      },
      {
        ... more phases ...
      }
    ],
    "size": 30
  }
}
```

De acuerdo a la documentación, los valores que puede tomar *depth* son los siguientes:

- 1: *awake*, despierto
- 2: *light*, ligero
- 3: *deep*, profundo

Se detecta una inconsistencia en las fases de sueño descritas en esta parte de la documentación, faltaría incluir la fase REM. Sin embargo, esto podría deberse solo a un problema de actualización de la documentación ya que versiones anteriores del dispositivo solo identificaban esas tres fases de sueño.

**Frecuencia cardiaca**

Adicionalmente, el Jawbone UP3 permite obtener mediciones de frecuencia cardiaca para un rango de tiempo. Para cada medición se entrega su georreferenciación, fecha y hora de registro y

frecuencia cardiaca. Por el momento solo se entrega una medición por día que es la frecuencia cardiaca capturada cuando el usuario despierta.

```
HTTP 200 OK
{
  "meta":
  {
    "user_xid": "6x139CsoVp2KirfHwVq_Fx",
    "message": "OK",
    "code": 200
    "time": 1382377526
  },
  "data":
  {
    "items":
    [
      [
        {
          "xid": "40F7_htRRnT8Vo7nRBZ01X",
          "title": "My resting heart rate on December 10th, 2014",
          "time_created": 1384963500,
          "time_updated": 1385049599,
          "date": 20141210,
          "place_lat": "37.451572",
          "place_lon": "-122.184435",
          "place_acc": 10,
          "place_name": "",
          "resting_hearttrate": 55,
          "details":
          {
            "tz": "America/Los_Angeles"
          }
        }
      ],
      ... more items ....
    ]],
    "links":
    {
      "next": "/nudge/api/v.1.1/users/6x139CsoVp2KirfHwVq_Fx/hearttrates?page_token=1384390680"
    },
    "size": 10
  }
}
```

### Usabilidad, opinión del usuario.

Dispositivo es algo rígido en la muñeca, incomoda y a veces se desprendió durante el sueño. Esto se corrobora con comentarios en foros y reviews del producto.

### Características técnicas:

**Memoria:** fabricante no indica capacidad de almacenamiento.

**Batería:** se carga vía USB. La carga completa demora unos 80 minutos y dura hasta 10 días.

**Resistencia al agua:** es resistentes al agua y es posible usarlos en la ducha, pero no se puede sumergir en agua, ni exponer a saunas y baños de calor.

### Adquisición del dispositivo.

Producto disponible para compra en sitios de importación como Buscalibre. Su valor aproximado es \$97.870.

## Misfit Shine 2

### Descripción del dispositivo

El Misfit Shine 2 es un dispositivo circular que se monta sobre una correa para uso alrededor de la muñeca. También se puede utilizar en otros lugares del cuerpo con el soporte adecuado, como pecho o cuello.

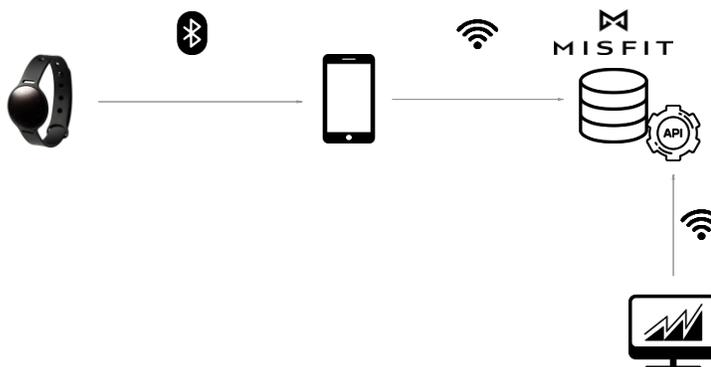


En el periodo de evaluación se utilizó el dispositivo en la muñeca. Este dispositivo recopila información del usuario por medio de un acelerómetro triaxial y un magnetómetro triaxial. No tiene visor, sin embargo permite ver la hora y cumplimiento de metas por medio de los puntos luminosos en su borde.

### Operación normal

Para ser configurado y entregar la información registrada, el wearable debe comunicarse vía Bluetooth 4.0+ con un dispositivo móvil con la aplicación del mismo fabricante. La aplicación de Misfit está disponible en App Store y Google play.

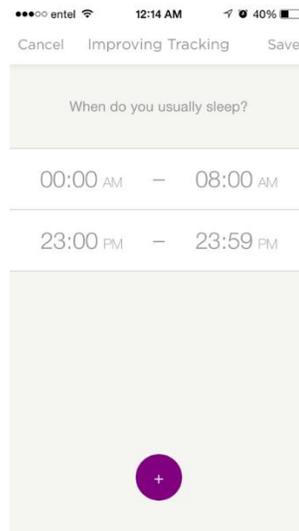
Es necesario que Misfit Shine 2 sea sincronizado regularmente con el dispositivo móvil para la descarga y almacenamiento de información. A través de la aplicación móvil los datos recopilados por el wearable son subidos a las bases de datos de Misfit para consultas posteriores por medio de APIs. La siguiente figura muestra el mecanismo de comunicación, almacenamiento y disponibilidad de datos.



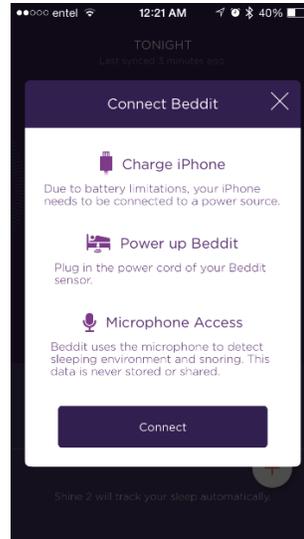
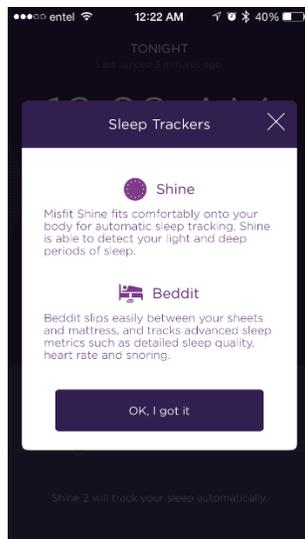
El dispositivo se sincronizó con un Smartphone iPhone 5 durante el periodo de evaluación.

### Características de la información de sueño recolectada por el dispositivo.

Al configurar el dispositivo por primera vez la aplicación nativa de Misfit solicita indicar las horas habituales de sueño para ayudar el mecanismo de detección de sueño.



Además, durante la configuración de este dispositivo se advierte de la existencia de Beddit, un dispositivo específico para la medición del sueño fabricado por Misfit. Este se utiliza entre las sábanas y el colchón, para registrar datos avanzados del sueño como calidad del sueño, ritmo cardiaco y ronquidos. Se utiliza el micrófono del teléfono para detectar ronquidos.



El wearable Misfit Shine 2 detecta automáticamente cuando el usuario se queda dormido y clasifica la información de sueño, según su calidad en: despierto (*awake*), ligero (*light*) y profundo (*restful*). Al sincronizar el dispositivo con la aplicación móvil, esta muestra el total de horas en sueño, y un totalizado para cada clasificación del tipo de sueño. La aplicación también permite definir una meta personal para cantidad de horas dormidas; luego, cada evento de sueño es comparado para ver cumplimiento respecto a la meta.



Según información del fabricante, la información de sueño y actividad se obtiene y calcula a partir de datos de su acelerómetro y magnetómetro triaxial.

#### Percepción del usuario respecto de la veracidad de la información registrada.

Tiempo de sueño indicado por la aplicación es correcto según percepción de usuario. Se pudo verificar el periodo despierto, pero no se puede ratificar periodos de sueño ligero y profundo.

#### Formato de la entrega de información del dispositivo.

Como se mencionó anteriormente, Misfit disponibiliza a través de una API la información de sueño de los usuarios. Para esto, el usuario tiene que autorizar el uso de sus datos por una aplicación de terceros.

El método permite consultar por las sesiones de sueño en un cierto periodo de tiempo, con un máximo de 31 días. La consulta entrega en una estructura JSON las sesiones de sueño, cada una caracterizada por un id, fecha y hora de inicio del sueño (startTime), duración total (duration) y detalle del sueño (sleepDetails).

```

"sleeps":[
  {
    "id":"51a4189acf12e53f80000003",
    "autoDetected": false,
    "startTime":"2014-05-19T23:26:54+07:00",
    "duration": 0,
    "sleepDetails":[
      {
        "datetime":"2014-05-19T23:26:54+07:00",
        "value":2
      },
      {
        "datetime":"2014-05-19T23:59:22+07:00",
        "value":1
      }
    ]
  }
]

```

Dentro de cada sesión de sueño, el *sleepDetails* registra los cambios en el tipo de sueño indicando hora de inicio (datetime) y clasificación (value).

El campo *value* puede tomar los siguientes valores:

- 1: *awake*, despierto
- 2: *sleep*, sueño ligero
- 3: *deep sleep*, sueño profundo

### **Usabilidad, opinión del usuario.**

Dispositivo cómodo, no se desprende durante sueño.

### **Características técnicas:**

**Memoria:** almacena hasta 30 días de actividad, de todos modos el fabricante recomienda sincronizarlo regularmente para asegurarse que los datos más detallados hayan sido descargados a la aplicación.

**Batería:** es sustituible y utiliza una pila de reloj CR2032, duración hasta 6 meses aproximadamente. No es necesario recargar.

**Resistencia al agua:** es resistente al agua y es posible usarlo en la ducha, se puede sumergir en agua, hasta 50m.

### **Adquisición del dispositivo.**

Producto disponible para compra en sitios de importación como Buscalibre. Su valor aproximado es \$101.930.

### **Elección final del dispositivo**

Tras evaluar los dispositivos se elige a **Misfit Shine 2** para utilizar en las siguientes fases del proyecto. Las razones de esta elección son las siguientes:

- Mayor usabilidad, contribuye a mejorar la adopción del dispositivo para el estudio posterior en terreno:
  - Batería de larga duración sin necesidad de recargar. No será necesario que voluntarios se preocupen de recargar el dispositivo.
  - Almacenamiento de hasta 30 días de información. Sin embargo, para no perder los datos más detallados se debe sincronizar regularmente, recomendando realizarlo semanalmente.
  - Es el dispositivo que resultó más cómodo de utilizar. Con esta elección se espera que lo utilicen a diario y no se lo quiten.
  - Es resistente al agua y se puede usar en la ducha. Se evita tener que sacárselo.
- Entrega información sobre distintas fases del sueño: despierto, ligero, profundo, lo que permitiría determinar la calidad del sueño y relacionarla con la aptitud de conducción del

trabajador.

Respecto a este punto el Jawbone UP3 es el que entrega información más completa, sin embargo se descarta por aspectos de usabilidad que pueden intervenir en la adopción y éxito del estudio.

Por otro lado, Misfit Shine 2 no registra la frecuencia cardiaca, información que puede ser relevante para complementar el estudio. Dado que Jawbone UP3 solo entrega una medición diaria y que Fitbit Charge HR requiere de autorización especial para acceder a datos detallados, se descarta la información cardiaca como parámetro de comparación.

## Anexo III: Indicadores de actividad y descanso

**Estimación de *índice de calidad de descanso* a partir de los datos de actividad recolectada por el wearable, por individuo**

### Individuo 1

El siguiente cuadro resume las regresiones del nivel de actividad (como variable independiente) versus los coeficientes, bondad de ajuste y valores  $p$  para las variables dependientes  $b_i$  y  $s_i$ ,  $i \in \{0, 5, 10\}$  para el **Individuo 1**.

Variable dependiente	Coeficiente	Valor $p$	$R^2$
$b_0$	-0.002274	0.00167 **	0.262
$b_5$	-0.004619	$6.31 \cdot 10^{-8}$ ***	0.5932
$b_{10}$	-0.005529	$2.556 \cdot 10^{-10}$ ***	0.7072
$s_0$	-0.00060	0.33	0.02876
$s_5$	-0.0012772	0.041 *	0.1206
$s_{10}$	-0.0022826	0.000462 ***	0.3142

Tabla 1: Resultados de las regresiones de índices de descanso y actividad para el **Individuo 1**.

La bondad de ajuste aumenta a medida de que se hace flexible el criterio, lo cual es esperable dada la construcción de la medida. La significancia estadística mejora en la misma dirección.

## Individuo 2

Se hace lo mismo que lo hecho en la sección anterior para el **Individuo 2**, obteniendo lo siguiente:

Variable dependiente	Coficiente	Valor $p$	$R^2$
$b_0$	-0.004623	0.00227 **	0.3513
$b_5$	-0.005558	-0.005558 ***	0.4454
$b_{10}$	-0.4454	$2.31 \cdot 10^{-5}$ ***	0.5647
$s_0$	-0.003230	0.032870 *	0.1907
$s_5$	-0.002716	0.0421 *	0.1747
$s_{10}$	-0.003770	0.00997 **	0.2655

Table 4: Resultados de las regresiones de índices de descanso y actividad para el conductor J.

La bondad de ajuste aumenta a medida de que se hace flexible el criterio, lo cual es esperable dada la construcción de la medida. La significancia estadística mejora en la misma dirección.

A continuación se indican los viajes realizados y analizados para cada uno de los conductores. En la fecha indicada es la fecha cuando **salió del turno**, es decir, por ejemplo, el viaje 1 para E, fechado el 5 de agosto, corresponde al turno que va desde las 19:00 del día 4 de agosto hasta las 10:00 del día 5 de agosto.

Los saltos en las fechas se explican por dos grandes razones:

- No hay registros confiables de los datos de movimientos. Por ejemplo, sólo números ceros debido a pérdida o no uso del reloj.
- Se registró que era una jornada de descanso y no laboral.

Las tablas se visualizan desde la siguiente página.

<b>Viaje</b>	<b>Fecha</b>	<b>Total actividad pre-viaje</b>	<b>N b 0</b>	<b>N b 5</b>	<b>N b 10</b>	<b>N s 0</b>	<b>N s 5</b>	<b>N s 10</b>	<b>Distracción</b>
1	5 Agosto	363	4,5	6,5	7	2,5	3	3	6
2	6 Agosto	663	3	3,5	4,5	2	3,5	3,5	4
3	7 Agosto	225	2	4	6,5	1	1,5	3	2
4	8 Agosto	935	2,5	3	5	1	3	4	12
5	9 Agosto	643	3	4	5	3	3	3	1
6	10 Agosto	727	2,5	2,5	4,5	2,5	2,5	2,5	4
7	11 Agosto	360	2	5	6,5	1,5	2,5	2,5	1
8	12 Agosto	416	3	4,5	5	1	3,5	3,5	11
9	13 Agosto	257	3	6	8	1	3	3,5	0
10	14 Agosto	663	2,5	2,5	4	2	2	2,5	0
11	15 Agosto	369	2,5	3,5	5,5	1	1	2,5	0
12	17 Agosto	215	3	4,5	8,5	2	2	3	2
13	18 Agosto	835	0,5	1	3,5	0	1	1	3
14	23 Agosto	249	3	6	8,5	2	3	5	8
15	24 Agosto	869	0	0	2	0	0	0	7
16	25 Agosto	634	2	4,5	6	1	2,5	4	2
17	26 Agosto	904	0,5	2	2,5	0	1,5	1,5	0
18	27 Agosto	883	0,5	2,5	3	0	1	1	0
19	28 Agosto	296	1	3	4,5	1	2	2	0
20	29 Agosto	434	4	4,5	6,5	1,5	3,5	3,5	10
21	30 Agosto	1021	3	4	4,5	2,5	3,5	3,5	0
22	31 Agosto	249	2	6	8	0	2,5	4,5	1
23	1 Septiembre	726	3	3,5	5,5	3	3,5	4	7
24	2 Septiembre	673	3	3,5	4	2	3,5	3,5	1
25	3 Septiembre	1226	1	1	2,5	1	1	1	3
26	4 Septiembre	227	1,5	4	7	0	1,5	3,5	2
27	5 Septiembre	851	2	3	3,5	2	2,5	3	-
28	6 Septiembre	430	1	3,5	5,5	0	2	3	-
29	7 Septiembre	300	3,5	5,5	7	2	3	5	-

30	9 Septiembre	156	5,5	7	9,5	3,5	5	5,5	-
31	10 Septiembre	125	6	8,5	9	3,5	4,5	4,5	-
32	11 Septiembre	902	2,5	3,5	4	2,5	3,5	3,5	-
33	12 Septiembre	258	3	5,5	6	1	4	4	-
34	13 Septiembre	994	1	1,5	3,5	0	1,5	2	-
35	14 Septiembre	544	2,5	3	3,5	1,5	3	3	-

Table 6: Datos por cada viaje para el conductor **E**. Desde el viaje 27 no se registraron eventos de distracción por lo que para el contraste con respecto a las distracciones, se truncaron los datos hasta el turno 26.

Viaje	Fecha	Total actividad pre-viaje	N b 0	N b 5	N b 10	N s 0	N s 5	N s 10	Distracción
1	31 Julio	351	5	6,5	8	4	4	5	12
2	1 Agosto	713	1	3	3,5	0	2,5	2,5	5
3	2 Agosto	583	2	4	4,5	1	2	2,5	6
4	3 Agosto	460	1,5	3,5	4,5	1	1	3,5	2
5	4 Agosto	875	1	2	3,5	1	1	2	4
6	5 Agosto	464	1	2	3,5	0	1	1	0
7	6 Agosto	590	0,5	2,5	3	0	1,5	1	0
8	7 Agosto	839	1	3,5	4,5	1	1,5	1,5	0
9	8 Agosto	541	2	4	5,5	1,5	1,5	2,5	0
10	9 Agosto	451	4,5	5	5,5	3	3	3	5
11	10 Agosto	806	1	2,5	4	0	1,5	3,5	2
12	21 Agosto	414	2,5	5	6	0	3,5	4,5	5
13	22 Agosto	122	6	9,5	9,5	5	5,5	5,5	5
14	23 Agosto	342	4,5	5,5	6	4	5	5	1
15	24 Agosto	798	2	3,5	3,5	2	3	3	3
16	25 Agosto	313	2	4	7,5	1	1,5	6,5	5
17	26 Agosto	418	2	3	5,5	1,5	2	2	2
18	27 Agosto	395	3	4	5	1,5	2,5	2,5	5
19	3 Septiembre	710	2	3	3,5	1,5	2,5	2,5	6
20	4 Septiembre	436	2,5	3,5	6,5	1,5	1,5	2	0
21	5 Septiembre	619	3	3,5	5,5	1,5	2,5	4	0
22	6 Septiembre	600	5	5	7	4	4	4	3
23	7 Septiembre	639	2	3,5	3,5	1,5	3,5	3,5	5
24	9 Septiembre	750	3	4	4,5	2,5	3	3	3

Table 7: Datos por cada viaje para el conductor.

**Anexo IV:** Consentimientos Informados para levantamiento de información en terreno

## **Consentimiento Informado Participación Empresa transporte**

### **Proyecto “Prospección de tecnología “wearable” (relojes) para la prevención de accidentes laborales asociados a la fatiga en la conducción”, código ACHS 0185-2015**

Empresa de Transporte  
Presente

Se le ha solicitado participar en un proyecto conducido a través del Centro de Investigación en Complejidad Social CICS de la Universidad del Desarrollo, en conjunto con la Asociación Chilena de Seguridad ACHS, por el investigador Carlos Rodríguez-Sickert que involucra una investigación. Se le pide al investigador que reciba su consentimiento “informado” antes de que usted participe en este proyecto.

El investigador Carlos Rodríguez-Sickert le explicará en detalle: (a) el propósito del proyecto, (b) los procedimientos del estudio que se utilizarán y lo que se le pedirá hacer durante los mismos, (c) cuánto durará su participación, (d) cómo se mantendrá la confidencialidad de su información personal –si se recogiera, (e) los posibles beneficios de su participación.

Su participación en la investigación es voluntaria. Si se niega a participar, no habrá ninguna penalización o consecuencias perjudiciales. Si decide participar y después retirarse o ignorar una pregunta, tampoco habrá penalizaciones o consecuencias perjudiciales.

A continuación, se ofrece una explicación básica del proyecto. Por favor, lea esta explicación y discúptala con los investigadores del proyecto. Puede hacer cualquier pregunta que le ayude a entender el proyecto. Después que se responda a las preguntas que pueda tener y usted decida participar en el proyecto, por favor, firme en la última página de este documento en presencia de la persona que le explicó el proyecto. Una copia de este documento le será entregada.

#### **PROPÓSITO DEL PROYECTO:**

El proyecto consiste en el análisis preliminar sobre el potencial impacto positivo del uso de un dispositivo wearable (relojes inteligentes para medir pulsaciones) 24/7 en la caracterización y detección de hábitos de sueño en trabajadores de la industria del transporte de personas, con el fin de establecer si existe la posibilidad de detectar tempranamente a través de estos dispositivos niveles de fatiga laboral potencialmente riesgosos.

#### **EXPLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS:**

Se solicita la participación de su empresa en este proyecto en base a dos líneas de trabajo. La primera consiste en la realización de una encuesta que busca indagar en los hábitos generales y calidad de sueño dirigida a una muestra de 40 conductores de buses de transporte de pasajeros, seleccionados de manera aleatoria.

La participación de estos trabajadores es de carácter voluntaria y la información recolectada tendrá un tratamiento confidencial y anónimo, imposibilitando la individualización de cada caso.

La segunda línea de trabajo en que se solicita la participación de su empresa, consiste en dos componentes:

1. Autorización para instalación de un dispositivo de cámara de cabina en buses de transporte de pasajeros, durante el periodo de un mes, capaz de monitorear episodios de somnolencia por medio de la captación de gestos faciales, en trabajadores durante la jornada laboral. Nuevamente todos los datos recogidos tendrán un tratamiento confidencial, de manera de asegurar la imposibilidad de relacionar los resultados con los participantes.
2. Autorización para realizar el pilotaje de dispositivos weareables (relojes inteligentes para medir pulsaciones) durante un mes en una sub-muestra de 4 conductores de buses de transporte de pasajeros, que conduzcan el bus con el dispositivo de cámara de cabina instalado, con el fin de correlacionar la información de ambos dispositivos.  
Se espera que los 4 conductores seleccionados utilicen el dispositivo wereable (relojes inteligentes para medir pulsaciones) permanentemente, durante las 24hrs del día. Además, se solicitará a la sub-muestra seleccionada de 4 conductores participar de:
  - a. Una entrevista en profundidad, realizada presencialmente, con una duración de 40 minutos aproximadamente.
  - b. Una breve encuesta diaria, realizada de manera telefónica, con una duración de 5 minutos aproximadamente, durante el periodo que ocupen los dispositivos wereables (relojes inteligentes para medir pulsaciones).

Para lo anterior, se le solicita a la empresa otorgar las facilidades necesarias para el desarrollo del proyecto y a vigilar que éste se lleve conforme a los Reglamento de ética en materia de Investigación, estando en conocimiento de todos los detalles del proyecto de esta investigación.

#### **CONFIDENCIALIDAD:**

Toda la información recolectada por medio de los dispositivos como por las entrevistas y encuestas, será tratada de manera confidencial y anónima, de modo que no sea posible asociar los resultados obtenidos a los trabajadores participantes. Además, dicha información será de uso exclusivo para esta investigación accesible únicamente para los investigadores directos de este proyecto.

En cuanto a los datos recolectados, éstos serán almacenados en formato digital, por duplicado, en soportes diferentes (disco duro y DVD a modo de respaldo) mientras dure el estudio. Una vez finalizado éste, los datos serán guardados solo en medio sólido (DVD) con el fin de contar con un respaldo para la eventual comprobación de resultados y procedimientos de análisis. En ambos casos los datos se mantendrán al resguardo del investigador responsable.

Bajo su autorización, los resultados obtenidos en esta investigación podrán ser utilizados para docencia, futuras investigaciones, publicaciones en revistas científicas, resguardando su identidad,

presentando los resultados de manera conjunta y no referida a una institución o empresa en particular.

**BENEFICIOS:**

Entre los beneficios que obtiene su empresa por participar en el proyecto se destacan la entrega de reporte de resultados de las líneas de base de hábitos de sueño de los trabajadores participantes, reporte de resultados del dispositivo de cámara de cabina, y un reporte de resultados del uso de los dispositivos weareables (relojes inteligentes para medir pulsaciones).

La entrega de información y reportes antes mencionados, permite a la empresa contar con una panorámica actualizada acerca de los niveles de somnolencia y fatiga de los trabajadores, posibilitando la generación de acciones preventivas y de seguridad, acotada a la realidad particular de la empresa. Asimismo, permite a la empresa explorar con conocimiento fáctico las posibilidades de implementar algún tipo de dispositivo en los planes de prevención y seguridad.

**CONSENTIMIENTO:**

Si bien su participación en este proyecto es muy importante para nosotros, su empresa podrá abstenerse de participar o retirarse en cualquier momento de la investigación si así lo desea, sin tener que dar alguna justificación y sin ningún tipo de consecuencia directa o indirecta.

He leído la información anterior acerca de Proyecto “Prospección de tecnología “wearable” (relojes inteligentes para medir pulsaciones) para la prevención de accidentes laborales asociados a la fatiga en la conducción”, código ACHS 0185-2015 y me han respondido mis dudas. Estoy de acuerdo en participar en este proyecto y se me ha entregado una copia de este documento de consentimiento.

\_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
Firma y Nombre del Representante de la Empresa

\_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
Firma y Nombre del Representante de la Investigación

El sello de aprobación en este documento solicitando su consentimiento indica que este proyecto ha sido revisado y aprobado por el comité de ética para la Protección de Participantes Humanos. Contacte al encargado del proyecto si tiene alguna pregunta acerca de: (a) la ejecución del proyecto, o (2) sus derechos como un participante de la investigación, o (3) heridas relacionadas con la investigación.

Por cualquier duda o conflicto de interés puede contactar al investigador responsable y Director del CICS Doctor Carlos Rodríguez-Sickert al fono (562) 23279538, o correo [carlosrodriguez@udd.cl](mailto:carlosrodriguez@udd.cl)

o a la coordinadora del proyecto y Directora Ejecutiva del CICS Cecilia Monge, al teléfono (562) 23279537 o bien al correo [cmonge@udd.cl](mailto:cmonge@udd.cl).

## **Consentimiento Informado Seguimiento Sub-Muestra**

### **Proyecto “Prospección de tecnología “wearable” (relojes) para la prevención de accidentes laborales asociados al a fatiga en la conducción”, código ACHS 0185-2015**

Estimado trabajador:

Lo invitamos a participar en un proyecto conducido a través del Centro de Investigación en Complejidad Social CICS de la Universidad del Desarrollo, en conjunto con la Asociación Chilena de Seguridad ACHS, por el profesor Carlos Rodríguez-Sickert. La Universidad debe recibir su consentimiento “informado” antes de que usted participe en este proyecto.

Se informa en el presente documento en detalle: (a) el propósito del proyecto, (b) los procedimientos del estudio que se utilizarán y lo que se le pedirá hacer durante los mismos, (c) cuánto durará su participación, (d) cómo se mantendrá la confidencialidad de su información personal, y (e) los posibles beneficios de su participación.

Su participación en la investigación es voluntaria. Si se niega a participar, no habrá ninguna penalización o consecuencias perjudiciales. Si decide participar y después retirarse o ignorar una pregunta, tampoco habrá penalizaciones o consecuencias.

A continuación, se ofrece una explicación básica del proyecto. Por favor, lea esta explicación y discútalas con los investigadores. Puede hacer cualquier pregunta que le ayude a entender el proyecto. Después que se responda a las preguntas y usted decida participar en el proyecto, por favor, firme en la última página de este documento en presencia de la persona que le explicó el proyecto. Una copia de este documento le será entregada para que la conserve.

#### **PROPÓSITO DEL PROYECTO:**

El proyecto consiste en el análisis preliminar sobre el potencial impacto positivo del uso de un dispositivo wearable (reloj inteligente para medir pulsaciones) 24/7 en la caracterización y detección de hábitos de sueño en trabajadores de la industria del transporte de personas, con el fin de establecer si existe la posibilidad de detectar tempranamente a través de estos dispositivos niveles de fatiga laboral potencialmente riesgosos.

#### **EXPLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS:**

Se solicita su participación en este proyecto utilizando un dispositivo wearable (relojes inteligentes para medir pulsaciones) durante un mes, las 24hrs del día, periodo en el cual se espera que la persona realice sus actividades diarias normalmente.

Además, se solicitará participar:

1. Contestando una entrevista en profundidad, realizada presencialmente por un investigador, con una duración de 40 minutos aproximadamente.

2. Contestando una breve encuesta diaria, realizada de manera telefónica por un investigador, con una duración de 5 minutos aproximadamente, durante el periodo que ocupen los dispositivos wereables (relojes inteligentes para medir pulsaciones).

Para lo anterior, su empresa otorgará las facilidades necesarias para el desarrollo del proyecto y resguardando que éste se lleve conforme a los Reglamento de ética en materia de Investigación, estando en conocimiento del proyecto de esta investigación en su totalidad.

#### **CONFIDENCIALIDAD:**

Toda la información recolectada, será tratada de manera confidencial y anónima, de modo que no será posible asociar los resultados obtenidos a los trabajadores participantes. Además, dicha información será de uso exclusivo para esta investigación accesible únicamente para los investigadores directos de este proyecto. No se le entregará ninguna información a la empresa mandante, en este caso, Cometa S.A.

En cuanto a los datos recolectados, éstos serán almacenados en formato digital, por duplicado, en soportes diferentes (disco duro y DVD a modo de respaldo) mientras dure el estudio. Una vez finalizado éste, los datos serán guardados solo en medio sólido (DVD) con el fin de contar con un respaldo para la eventual comprobación de resultados y procedimientos de análisis. En ambos casos los datos se mantendrán al resguardo del investigador responsable.

Bajo su autorización, los resultados obtenidos en esta investigación podrán ser utilizados para docencia, futuras investigaciones, publicaciones en revistas científicas, resguardando su identidad, presentando los resultados de manera conjunta y no referida a una institución o empresa en particular.

#### **BENEFICIOS:**

Entre los beneficios que obtiene su empresa por participar en el proyecto se destacan la entrega de reporte de resultados de las líneas de base de hábitos de sueño de los trabajadores participantes, reporte de resultados del dispositivo de cámara de cabina, y un reporte de resultados del uso de los dispositivos weareables (relojes inteligentes para medir pulsaciones).

La entrega de información y reportes antes mencionados, permite a la empresa contar con una panorámica actualizada acerca de los niveles de somnolencia y fatiga de los trabajadores, posibilitando la generación de acciones preventivas y de seguridad, acotada a la realidad particular de la empresa. Asimismo, permite a la empresa explorar con conocimiento fáctico las posibilidades de implementar algún tipo de dispositivo en los planes de prevención y seguridad.

**CONSENTIMIENTO:**

Si bien su participación en este proyecto es muy importante para nosotros, podrá abstenerse de participar o retirarse en cualquier momento de la investigación si así lo desea, sin tener que dar alguna justificación y sin ningún tipo de consecuencia directa o indirecta.

He leído la información anterior acerca de Proyecto “Prospección de tecnología “wearable” (relojes inteligentes para medir pulsaciones) para la prevención de accidentes laborales asociados al a fatiga en la conducción”, código ACHS 0185-2015 y se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas al respecto. Estoy de acuerdo en participar en este proyecto y se me ha entregado una copia de este documento de consentimiento.

\_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
Firma y Nombre del Participante

\_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Firma y Nombre del Representante de la Investigación

El sello de aprobación en este documento solicitando su consentimiento indica que este proyecto ha sido revisado y aprobado por el comité de ética para la Protección de Participantes Humanos. Contacte al encargado del proyecto si tiene alguna pregunta acerca de: (a) la ejecución del proyecto, o (2) sus derechos como un participante de la investigación, o (3) heridas relacionadas con la investigación.

Por cualquier duda o conflicto de interés puede contactar al investigador responsable y Director del CICS Doctor Carlos Rodríguez-Sickert al fono (562) 23279538, correo carlosrodriguez@udd.cl, o a la coordinadora del proyecto y Directora Ejecutiva del CICS Cecilia Monge, al teléfono (562) 23279537 o bien al email cmonge@udd.cl.

## **Consentimiento Informado participación Encuesta**

### **Proyecto “Prospección de tecnología “wearable”(relojes) para la prevención de accidentes laborales asociados al a fatiga en la conducción”, código ACHS 0185-2015**

Estimado trabajador:

Se le ha solicitado participar en un proyecto conducido a través del Centro de Investigación en Complejidad Social CICS de la Universidad del Desarrollo, en conjunto con la Asociación Chilena de Seguridad ACHS, por el investigador Carlos Rodríguez-Sickert que involucra una investigación. Se le pide al investigador que reciba su consentimiento “informado” antes de que usted participe en este proyecto.

Se informa en el presente documento en detalle: (a) el propósito del proyecto, (b) los procedimientos del estudio que se utilizarán y lo que se le pedirá hacer durante los mismos, (c) cuánto durará su participación, (d) cómo se mantendrá la confidencialidad de su información personal, y (e) los posibles beneficios de su participación.

Su participación en la investigación es voluntaria. Si se niega a participar, no habrá ninguna penalización o consecuencias perjudiciales. Si decide participar y después retirarse o ignorar una pregunta, tampoco habrá penalizaciones o consecuencias.

A continuación, se ofrece una explicación básica del proyecto. Por favor, lea esta explicación y discútala con los investigadores. Puede hacer cualquier pregunta que le ayude a entender el proyecto. Después que se responda a las preguntas que pueda tener y usted decida participar en el proyecto, por favor, firme en la última página de este documento en presencia de la persona que le explicó el proyecto. Una copia de este documento le será entregada para que la conserve.

#### **PROPÓSITO DEL PROYECTO:**

El proyecto consiste en el análisis preliminar sobre el potencial impacto positivo del uso de un dispositivo weareable (reloj inteligente para medir pulsaciones) 24/7 en la caracterización y detección de hábitos de sueño en trabajadores de la industria del transporte de personas, con el fin de establecer si existe la posibilidad de detectar tempranamente a través de estos dispositivos niveles de fatiga laboral potencialmente riesgosos.

## **EXPLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS:**

Se solicita su participación en este proyecto contestando una encuesta que busca indagar en los hábitos generales y calidad de sueño dirigida a una muestra de 40 conductores de buses de transporte de pasajeros, seleccionados de manera aleatoria.

La participación de estos trabajadores es de carácter voluntaria y la información recolectada tendrá un tratamiento confidencial y anónimo, imposibilitando la individualización de cada caso.

Para lo anterior, su empresa otorgará las facilidades necesarias para el desarrollo del proyecto y a vigilar que éste se lleve conforme a los Reglamento de ética en materia de Investigación, estando en conocimiento de todos los detalles del proyecto de esta investigación.

## **CONFIDENCIALIDAD:**

Toda la información recolectada por medio de la encuesta, será tratada de manera confidencial y anónima, de modo que no será posible asociar los resultados obtenidos a los trabajadores participantes. Además, dicha información será de uso exclusivo para esta investigación accesible únicamente para los investigadores directos de este proyecto. No se le entregará ninguna información a la empresa mandante, en este caso, Cometa S.A.

En cuanto a los datos recolectados, éstos serán almacenados en formato digital, por duplicado, en soportes diferentes (disco duro y DVD a modo de respaldo) mientras dure el estudio. Una vez finalizado éste, los datos serán guardados solo en medio sólido (DVD) con el fin de contar con un respaldo para la eventual comprobación de resultados y procedimientos de análisis. En ambos casos los datos se mantendrán al resguardo del investigador responsable.

Bajo su autorización, los resultados obtenidos en esta investigación podrán ser utilizados para docencia, futuras investigaciones, publicaciones en revistas científicas, resguardando su identidad, presentando los resultados de manera conjunta y no referida a una institución o empresa en particular.

## **BENEFICIOS:**

Entre los beneficios que obtiene su empresa por participar en el proyecto se destacan la entrega de reporte de resultados de las líneas de base de hábitos de sueño de los trabajadores participantes, reporte de resultados del dispositivo de cámara de cabina, y un reporte de resultados del uso de los dispositivos wearables (relojes inteligentes para medir pulsaciones).

La entrega de información y reportes antes mencionados, permite a la empresa contar con una panorámica actualizada acerca de los niveles de somnolencia y fatiga de los trabajadores, posibilitando la generación de acciones preventivas y de seguridad, acotada a la realidad particular de la empresa. Asimismo, permite a la empresa explorar con conocimiento fáctico las posibilidades de implementar algún tipo de dispositivo en los planes de prevención y seguridad.

**CONSENTIMIENTO:**

Si bien su participación en este proyecto es muy importante para nosotros, podrá abstenerse de participar o retirarse en cualquier momento de la investigación si así lo desea, sin tener que dar alguna justificación y sin ningún tipo de consecuencia directa o indirecta.

He leído la información anterior acerca de Proyecto “Prospección de tecnología “wearable” (relojes inteligentes para medir pulsaciones) para la prevención de accidentes laborales asociados al a fatiga en la conducción”, código ACHS 0185-2015 y se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas al respecto. Estoy de acuerdo en participar en este proyecto y se me ha entregado una copia de este documento de consentimiento.

\_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
Nombre y Firma del Participante

\_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
Nombre y Firma del Representante de la Investigación

El sello de aprobación en este documento solicitando su consentimiento indica que este proyecto ha sido revisado y aprobado por el comité de ética para la Protección de Participantes Humanos. Contacte al encargado del proyecto si tiene alguna pregunta acerca de: (a) la ejecución del proyecto, o (2) sus derechos como un participante de la investigación, o (3) heridas relacionadas con la investigación.

Por cualquier duda o conflicto de interés puede contactar al investigador responsable y Director del CICS Doctor Carlos Rodríguez-Sickert al fono (562) 23279538, correo [carlosrodriguez@udd.cl](mailto:carlosrodriguez@udd.cl), o a la coordinadora del proyecto y Directora Ejecutiva del CICS Cecilia Monge, al teléfono (562) 23279537 o bien al correo [cmonge@udd.cl](mailto:cmonge@udd.cl).

**Anexo V: Análisis comparativo episodios de fatiga y distracción con empresa de características similares**

## **Informe Resultados detección de episodios de somnolencia y distracción de la empresa en comparación a empresa de referencia**

En el presente informe se busca dar a conocer los resultados preliminares de la implementación de una dimensión del trabajo en terreno del proyecto Prospección de tecnología “wearable” para la prevención de accidentes laborales asociados a la fatiga en la conducción, donde participan el Centro de Investigación en complejidad Social CICS, en conjunto con la Asociación Chilena de Seguridad ACHS y compararlos con los resultados de otra empresa de transportes en condiciones similares.

### **Resumen ejecutivo**

En términos generales, se detectó que la empresa a analizar durante dos meses presentó muy bajos episodios de somnolencia en sus conductores, lo que se destaca positivamente en comparación con la tendencia de otra empresa de similares características. Esto podría deberse a la experiencia de los conductores, lo que se traduce en un buen dominio de la ruta -en este caso, ruta hacia el sur de Chile- así como también en el desarrollo de conductas de manejo responsable y autoconocimiento personal que permiten evitar posibles episodios de fatiga y cansancio, realizando los relevos de turnos en los tiempos óptimos.

Por lo anterior, sería relevante en términos científicos realizar el mismo trabajo de campo en conductores que realicen una ruta de conducción distinta -ruta hacia el norte de Chile- y que tengan menos años de experiencia laboral, para ver si sería posible obtener mayor variabilidad en los datos. Esto permitiría realizar un análisis del desempeño de los dispositivos wearables más robusto y confiable.

### **Objetivos y observaciones metodológicas**

La dimensión del trabajo en terreno a analizar tiene como objetivo pilotear los dispositivos wearables seleccionados en condiciones no experimentales, junto al dispositivo de cabina DSS Fleet de detección de movimientos faciales, en una sub-muestra de 4 conductores de la industria de transporte de personas, durante el periodo de un mes.

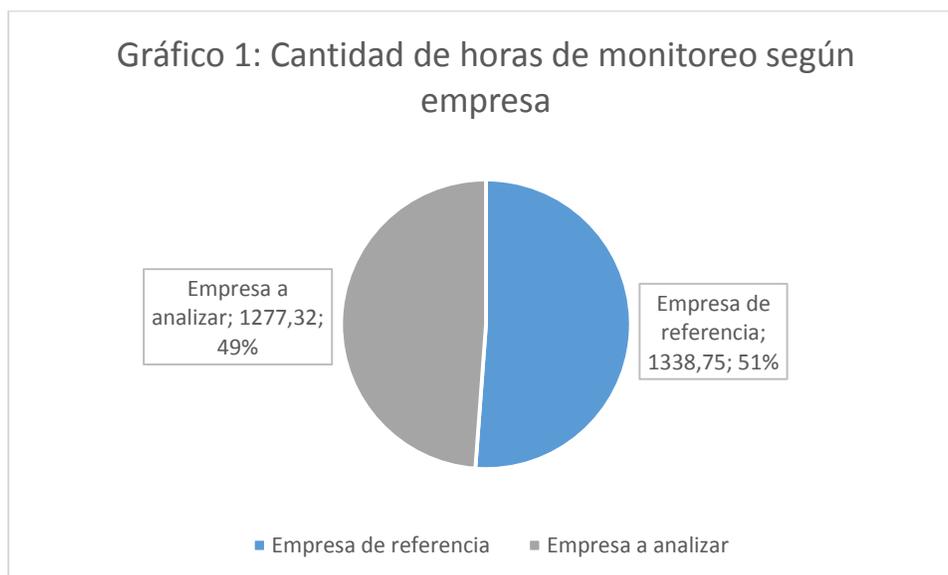
En la práctica, se seleccionaron 3 conductores hombres, que manejaban un mismo bus de transporte de pasajeros con ruta hacia el sur de Chile, partiendo su jornada de trabajo aproximadamente a las 19hrs, y finalizando el recorrido a las 10hrs de la mañana siguiente, aproximadamente.

### Análisis comparativo de los resultados obtenidos por las empresas a estudiar

Para hacer el estudio comparativo entre la empresa a analizar, se seleccionaron los datos de una empresa -que llamaremos *empresa de referencia*- que tuviera características similares a las características de la empresa a analizar.

Para ello, se consideró el número de horas de monitoreo del dispositivo DSS Fleet, independiente del número de meses en que estas horas fueron registradas. Tal como se observa en el Gráfico 1, la empresa a analizar registra 1277 horas aproximadamente de monitoreo, mientras que la empresa de referencia presenta levemente un número mayor de horas (1338 horas aproximadamente).

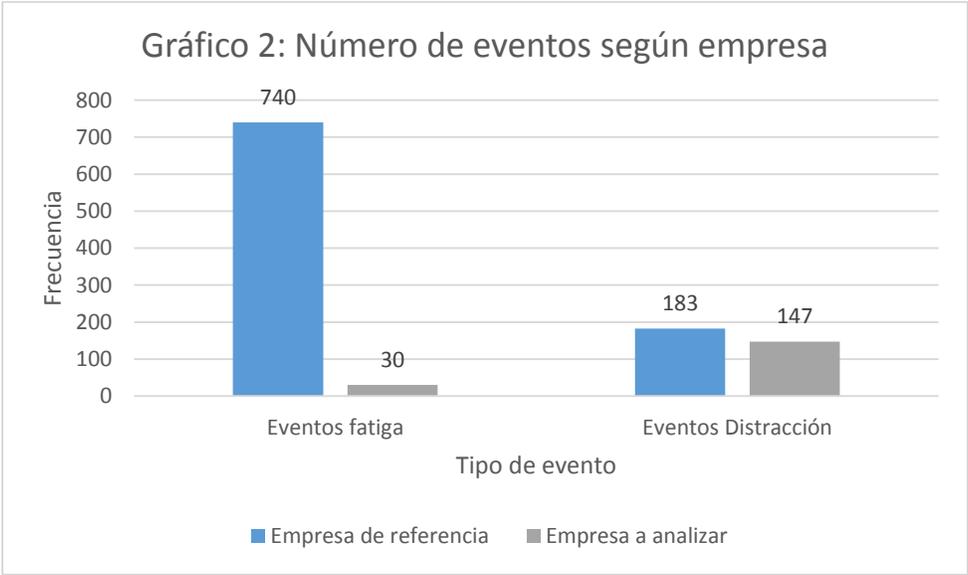
Es importante mencionar que la diferencia del número de horas radica en la distribución diaria de las horas de monitoreo. Es decir, el total de las horas de monitoreo de la empresa de referencia fueron registradas en 4 meses, lo que implica, menos horas de seguimiento diario, ya que sus conductores realizaban tramos de recorrido más cortos. Por su parte, la empresa a analizar registró el total de horas antes señalado en solo dos meses, ya que sus conductores realizaban tramos de recorridos más extensos. Por lo que se desprende que, si bien se tiene un periodo de tiempo en meses distinto, la cantidad de horas a analizar son similares, lo que permite hacer una comparación plausible entre ambas empresas.



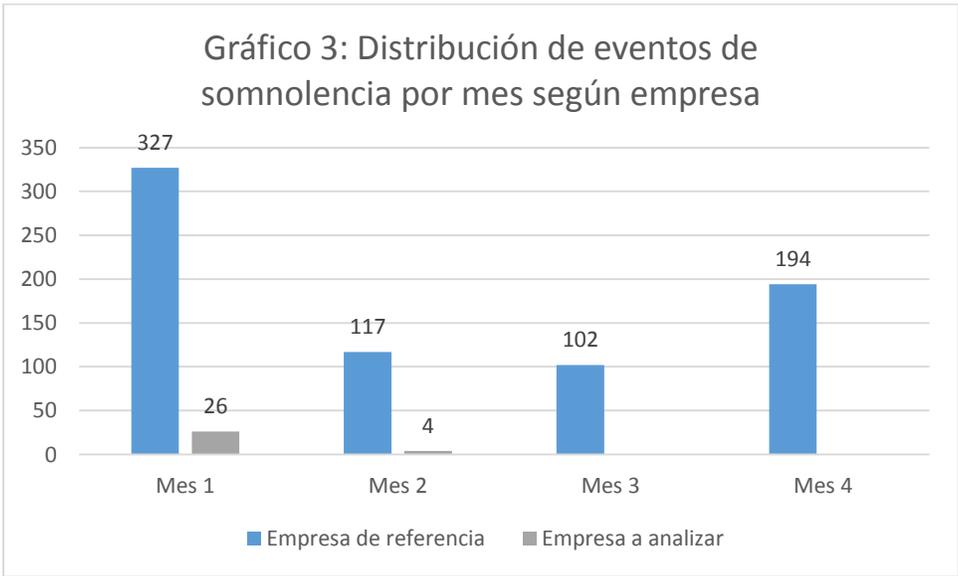
En el Gráfico 2 se puede ver que, al comparar los datos recolectados de la empresa a analizar con los datos de una empresa de similares características, se tiene que la cantidad de eventos detectados son considerablemente distintos.

En la empresa a analizar, se registraron tan solo 30 eventos de somnolencia, mientras que en la empresa de referencia tuvo 740 eventos de somnolencia. Así mismo, en cuanto a los eventos de distracción, la empresa a analizar tuvo 147 eventos de distracción, mientras que la empresa de

referencia alcanzó los 187 eventos. En este último caso, como se puede ver, la diferencia no es tan grande, como sí lo es en el caso de los eventos de somnolencia (ver Gráfico 2).

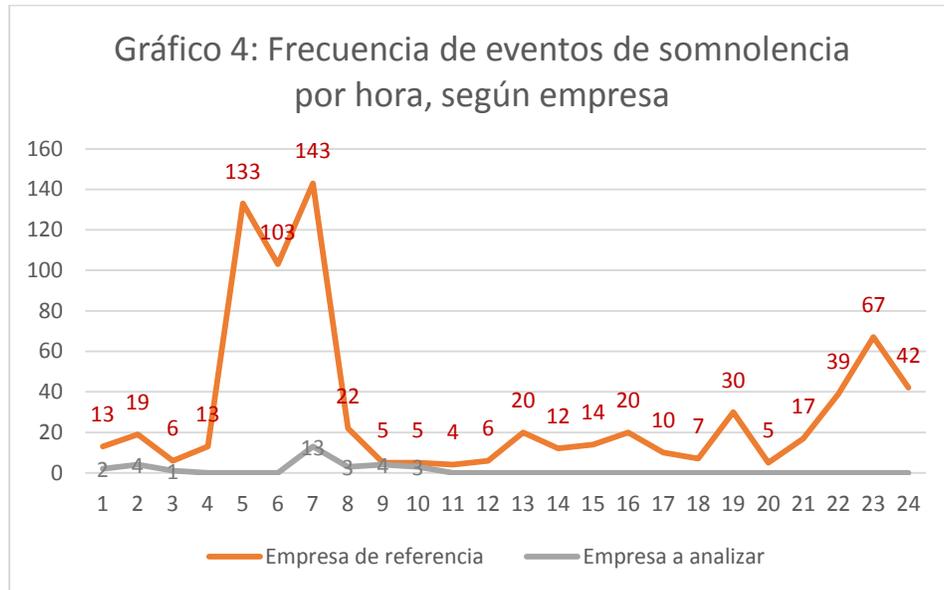


Al centrar el análisis en el número de eventos de somnolencia por mes, se evidencia una drástica disminución de los eventos de somnolencia de la empresa de referencia durante los 4 meses de monitoreo. No obstante, en el último mes se observa un aumento en esta cifra. Mientras que, para la empresa a analizar, la frecuencia en el número de eventos de somnolencia es considerablemente menor, en los dos meses de monitoreo, alcanzando un máximo de 26 eventos en el primer mes, y tan solo 4 eventos en el segundo mes (Gráfico 3).



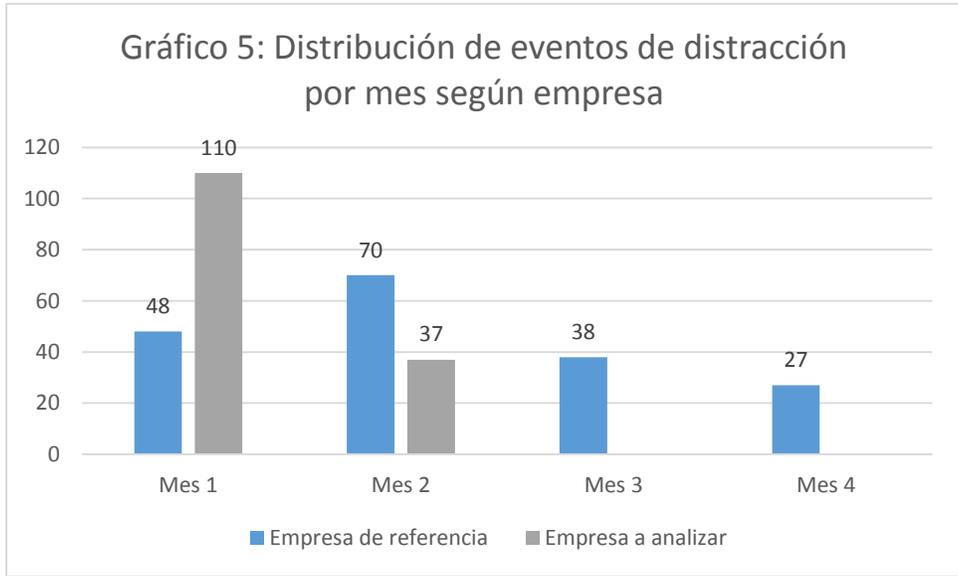
En el Gráfico 4, se puede ver el número de eventos de somnolencia según la hora del día en que este ocurre. En función de lo anterior, se puede ver que la mayoría de los eventos de somnolencia de la empresa de referencia ocurren entre las 4 y 8 de la mañana, y entre las 20 y 24hrs.

En cuanto a los eventos de somnolencia de la empresa a analizar, se puede ver que la mayor cantidad de estos eventos ocurren entre las 6 y 8 de la mañana, y que no hay ocurrencia de estos eventos durante la mayor parte del día (ver Gráfico 4).



Nuevamente, cabe destacar que los eventos de somnolencia de la empresa a analizar son significativamente menores respecto a los eventos de la empresa de referencia.

Por otra parte, al visualizar los datos referentes a los eventos de distracción distribuidos por mes, se puede ver en el Gráfico 5 que los eventos de distracción son mayores en el primer mes de monitoreo para la empresa a analizar, en comparación a la empresa de referencia, tendencia que se invierte en el segundo mes, donde la empresa a analizar tiene solo 37 eventos de distracción, mientras que la empresa de referencia alcanza los 70 eventos. Para los meses 3 y 4, no existen datos para la empresa a analizar, porque lo que en Gráfico 6 se verá los eventos considerando las horas de monitoreo.



En el Gráfico 6 es posible ver que los eventos de distracción para la empresa de referencia se distribuyen de manera más homogénea durante las horas del día, presentando una mayor frecuencia de eventos entre las 13 y 18hrs.

Para la empresa a analizar, la mayor cantidad de eventos de distracción se dan entre las 3 y 5 de la mañana, así como también entre las 9 y 10 de la mañana.

