



CIRCULAR N° 3924
Santiago, 28 / 08 / 2026
Correlativo Interno N° O-18222-2026

MATERIA:

**GUÍA TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE PUESTO DE TRABAJO EN
PATOLOGÍAS MUSCULOESQUELÉTICAS EN PERSONAS TRABAJADORAS -
MAQUINISTAS - DEL SECTOR FERROVIARIO**

**MODIFICA EL TÍTULO III. CALIFICACIÓN DE ENFERMEDADES PROFESIONALES DEL
LIBRO III. DENUNCIA, CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE INCAPACIDADES
PERMANENTES, DEL COMPENDIO DE NORMAS DEL SEGURO SOCIAL DE ACCIDENTES
DEL TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA LEY N°16.744**

FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE

**ANA PATRICIA SOTO ALTAMIRANO
SUPERINTENDENTA DE SEGURIDAD SOCIAL (S)
SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL**

VNC/ RST/ JCC/ GOP/

DISTRIBUCIÓN:

ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD

Notificado Electrónicamente

INSTITUTO DE SEGURIDAD LABORAL (ISL)

Notificado Electrónicamente

IST ORGANISMO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL TRABAJO

Notificado Electrónicamente

MUTUAL DE SEGURIDAD DE LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

Notificado Electrónicamente

DIVISIÓN CODELCO ANDINA ADMINISTRADOR DELEGADO DEL SEGURO DE LA LEY N°16.744

Notificado Electrónicamente

DIVISIÓN CODELCO CHUQUICAMATA ADMINISTRADOR DELEGADO DEL SEGURO DE LA LEY
N°16.744

Notificado Electrónicamente

DIVISIÓN CODELCO SALVADOR ADMINISTRADOR DELEGADO DEL SEGURO DE LA LEY N°16.744

Notificado Electrónicamente

DIVISIÓN CODELCO EL TENIENTE ADMINISTRADOR DELEGADO DEL SEGURO DE LA LEY
N°16.744

Notificado Electrónicamente

FISCALÍA SUPERINTENDENCIA

Notificado Electrónicamente

Código QR



Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.799
Verifique el documento en www.suseso.gob.cl utilizando el siguiente código de verificación: 90bbdf11-6752-41ce-1386332 o
mediante el Código QR plasmado en el costado inferior izquierdo de este dictamen.



O-18222-2026

**GUÍA TÉCNICA PARA LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE PUESTO DE TRABAJO EN
PATOLOGÍAS MUSCULOESQUELÉTICAS EN PERSONAS TRABAJADORAS -
MAQUINISTAS - DEL SECTOR FERROVIARIO**

**MODIFICA EL TÍTULO III. CALIFICACIÓN DE ENFERMEDADES PROFESIONALES DEL
LIBRO III. DENUNCIA, CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE INCAPACIDADES
PERMANENTES, DEL COMPENDIO DE NORMAS DEL SEGURO SOCIAL DE
ACCIDENTES DEL TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA LEY
N°16.744**

La Superintendencia de Seguridad Social, en el uso de las atribuciones que le confieren los artículos 2°, 3°, 30 y 38 letra d) de la Ley N°16.395 y los artículos 12 y 74 de la Ley N°16.744, ha estimado pertinente modificar el Título III. Calificación de enfermedades profesionales del Libro III. Denuncia, calificación y evaluación de incapacidades permanentes, del Compendio de Normas del Seguro Social de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Ley N°16.744, con la finalidad de incorporar la “Guía Técnica para la Aplicación del Estudio de Puesto de Trabajo en Patologías Musculoesqueléticas en Personas Trabajadoras - Maquinistas - del Sector Ferroviario”.

Cabe hacer presente que, conforme a lo dispuesto en el artículo 2°, letra b), de la Ley N°16.395, esta circular fue sometida a consulta pública desde el 30 de enero de 2026 y hasta el 27 de febrero del presente año, recibándose comentarios u observaciones que, previo a su emisión, fueron debidamente analizados y evaluados en su mérito.

I. ASPECTOS GENERALES

La Guía Técnica para la Aplicación del Estudio de Puesto de Trabajo en Patologías Musculoesqueléticas en Personas Trabajadoras - Maquinistas - del Sector Ferroviario, tiene como objetivo proporcionar un marco referencial para la correcta identificación de los factores de riesgo de patologías musculoesqueléticas, en el marco del Estudio de Puesto de Trabajo de las personas trabajadoras que se desempeñan como maquinistas de ruta, que permita el análisis para una adecuada calificación del origen de estas enfermedades.

II. INTRODÚCENSE LAS SIGUIENTES MODIFICACIONES EN EL TÍTULO III. CALIFICACIÓN DE ENFERMEDADES PROFESIONALES, DEL LIBRO III. DENUNCIA, CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE INCAPACIDADES PERMANENTES:

1. Modifícase el párrafo final del número 3. Evaluaciones de condiciones de trabajo propias de patologías MEES, del Capítulo II. Normas especiales del proceso de calificación de las patologías musculoesqueléticas, de la Letra B. Protocolo de patologías musculoesqueléticas, de la siguiente manera:
 - a) Incorpórase entre las expresiones “Alimentación Escolar y Prescolar” y “, además”, el siguiente texto: “y en personas trabajadoras del sector ferroviario”.
 - b) Elimínase la letra “y” que precede a la expresión “en el Anexo N°39”.
 - c) Agrégase, a continuación de la expresión “Parvularia (PAP)”, el siguiente texto:

“y en el Anexo N°51: “Guía Técnica para la Aplicación del Estudio de Puesto de Trabajo en Patologías Musculoesqueléticas en Personas Trabajadoras - Maquinistas - del Sector Ferroviario”.
2. Incorpórase en la Letra H. Anexos, el Anexo N°51 “Guía Técnica para la Aplicación del Estudio de Puesto de Trabajo en Patologías Musculoesqueléticas en Personas Trabajadoras - Maquinistas - del Sector Ferroviario” que se adjunta a esta circular.

III. VIGENCIA

Las modificaciones introducidas por la presente circular entrarán en vigencia el 1° de diciembre de 2026.

**ANA PATRICIA SOTO ALTAMIRANO
SUPERINTENDENTA DE SEGURIDAD SOCIAL (S)**



ANEXO N° 51
GUÍA TÉCNICA
PARA LA APLICACIÓN DEL
ESTUDIO DE PUESTO DE
TRABAJO EN PATOLOGÍAS
MUSCULOESQUELÉTICAS EN
PERSONAS TRABAJADORAS –
MAQUINISTAS – DEL SECTOR
FERROVIARIO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ALCANCE	5
3.	OBJETIVO	6
	a) Objetivo general	6
	b) Objetivos específicos	6
4.	ANTECEDENTES	6
5.	TIPOS DE TRENES	7
	a) Componentes	7
	b) Trenes de carga	7
	c) Trenes de pasajeros	8
6.	PROCESOS CRÍTICOS	9
	a) Movilización de trenes de carga	9
	b) Movilización de trenes de pasajeros	10
	c) Uso de tornamesa	11
7.	EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN DE CUERPO ENTERO EN TRENES	13
8.	PUESTOS DE TRABAJO ANALIZADOS EN ESTA GUÍA TÉCNICA	15
9.	ASPECTOS CRÍTICOS A CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE TRABAJO	15
	a) Formato de Estudio de Puesto de Trabajo a utilizar	15
	b) Antecedentes generales y del trabajo	16
	c) Jornada laboral de los trabajadores ferroviarios	18
	d) Perfil de cargo	18
	Maquinista	18
	Ayudante de maquinista	19
	e) Descripción del puesto de trabajo	19
	Cabina de la locomotora	19
	Panel de control de la locomotora	20
	Conducción de la locomotora	21
	f) Elementos de protección personal	23
	g) Condiciones ambientales	23
10.	ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO MAQUINISTA DE TREN	23
	a) Antecedentes preliminares	23
	b) Análisis ergonómico de maquinistas de trenes de pasajeros	24
	Informe de evaluación postural maquinista tren de pasajeros BMU	24

	Informe de evaluación postural maquinista Buscarril Talca - Constitución	32
	Informe de evaluación postural maquinista tren de pasajeros servicio Alameda - Rancagua	40
c)	Conclusiones de los análisis ergonómicos de maquinistas de trenes de pasajeros	45
	Análisis conjunto de resultados según Método REBA	45
	Análisis conjunto de resultados según Norma ISO 11.226	46
	Conclusión integrativa de Método REBA y Norma ISO 11.226	47
d)	Análisis ergonómico de maquinistas de trenes de carga	47
	Informe de evaluación postural maquinista Locomotora diésel - eléctrica EMD	47
	Informe de evaluación postural maquinista tren de carga diésel - eléctrica EMD (recorrido inverso)	58
	Informe de evaluación postural maquinista tren de carga recorrido Alameda - Requinoa	66
11.	CONCLUSIONES GENERALES	72
a)	Segmentos corporales con potencial afectación musculoesquelética	72
b)	Factores de riesgo musculoesquelético que deben evaluarse	73
c)	Consideraciones respecto de la exposición a vibraciones	73
d)	Requisitos para asegurar la calidad técnica del Estudio de Puesto de Trabajo Musculoesquelético	74
12.	EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ESTUDIO DE PUESTO DE TRABAJO	75
a)	Evaluación médica	75
b)	Ecografía de hombro derecho	75
c)	Estudio de Puesto de Trabajo segmento hombro	76

1. INTRODUCCIÓN

El sector ferroviario constituye un área estratégica para nuestro país, pues su capacidad de transporte permite asegurar la conectividad territorial, contribuyendo tanto a la movilización de pasajeros como a la cadena logística de carga. En este contexto, los trabajadores ferroviarios son una pieza fundamental para garantizar la operación segura y la continuidad del servicio.

Las tareas de los trabajadores ferroviarios combinan exigencias cognitivas, organizacionales, junto con la exposición a factores de riesgo biomecánicos, todo lo cual podría aumentar la probabilidad de presentar enfermedades musculoesqueléticas relacionadas directamente con el trabajo. La literatura científica internacional referente a maquinistas de locomotoras y personal de transporte urbano y ferroviario, documenta prevalencias relevantes de dolor lumbar, cervical y de hombro, particularmente en los maquinistas, destacando el efecto de la exposición a factores de riesgo ergonómico y factores organizacionales en la ocurrencia de trastornos musculoesqueléticos¹. En una revisión sistemática de la literatura se concluye que existe un riesgo de dos a cuatro veces mayor de presentar dolor cervical y lumbar en este grupo de trabajadores, relacionado con exposición a vibraciones, sedestación prolongada y cabinas no ergonómicas².

En el contexto nacional, la Superintendencia de Seguridad Social (en adelante, Suseso) instruyó a los organismos administradores del Seguro de la Ley N°16.744 y las Empresas con Administración Delegada, un protocolo de calificación para enfermedades musculoesqueléticas, que contempla la aplicación de un Estudio de Puesto de Trabajo (EPT) para el levantamiento y registro de las condiciones de trabajo, y los criterios de calificación, para una correcta interpretación de la exposición a riesgos musculoesqueléticos. Sin embargo, las características de este trabajo, que se realiza sobre una locomotora en movimiento, la variabilidad de rutas, calidad de las vías férreas, sistema de turnos, entre otras, vuelven muy difícil gestionar el EPT en condiciones reales de trabajo. Por lo tanto, resulta de gran importancia contar con una guía técnica que facilite la información necesaria al momento de evaluar el riesgo ocupacional en el proceso de calificación del origen de las enfermedades musculoesqueléticas en personas trabajadoras del sector ferroviario.

La presente guía técnica es el resultado de un trabajo de largo aliento realizado por la Suseso, incluyendo reuniones de trabajo con representantes de las personas trabajadoras, empresas del rubro y visitas en terreno, cuyo propósito es constituirse en un documento de referencia para la correcta identificación y evaluación de los riesgos ocupacionales asociados a enfermedades musculoesqueléticas en personas trabajadoras del sector ferroviario.

2. ALCANCE

Los profesionales que ejecutan o realizan los Estudios de Puesto de Trabajo en terreno, prevencionistas de riesgo y otros profesionales pertenecientes a los organismos administradores del Seguro de la Ley N°16.744, así como para conocimiento de los empleadores y de los trabajadores del rubro, en particular, los integrantes del Comité Paritario de Higiene y Seguridad y dirigentes sindicales.

- ¹ Leder Horina, J., Blaškovič Zavada, J., Slavulj, M., & Budimir, D. (2025). Ergonomics Study of Musculoskeletal Disorders Among Tram Drivers. *Applied Sciences*, 15(15), 8348. <https://doi.org/10.3390/app15158348>
- ² Valencia, M., Valenzuela, S., León, M.E., & Rivera, F. (2025). Factores de riesgo ocupacionales y enfermedades profesionales en maquinistas de trenes. Una revisión de la literatura. Serie Proyectos de Investigación e Innovación. Superintendencia de Seguridad Social. Santiago, Chile.

3. OBJETIVO

a) Objetivo general

Proporcionar un marco con los criterios técnicos mínimos exigibles para la correcta identificación de los factores de riesgo de patologías musculoesqueléticas y su documentación o registro en los Estudios de Puesto de Trabajo Musculoesquelético de las personas trabajadoras ferroviarias, que permita el análisis para una adecuada calificación de origen de estas patologías.

b) Objetivos específicos

- ▶ Caracterizar correctamente el puesto de trabajo en relación con la distribución de las tareas por día/semana/mes.
- ▶ Identificar tareas y operaciones críticas.
- ▶ Registrar en forma correcta y completa la exposición a factores de riesgo musculoesqueléticos para los distintos segmentos, en el Estudio de Puesto de Trabajo.
- ▶ Analizar adecuadamente los riesgos biomecánicos presentes en el rubro de trabajadores ferroviarios.

4. ANTECEDENTES

Para la elaboración de esta guía técnica se consideró el estudio titulado “Factores de riesgo ocupacionales y enfermedades profesionales en maquinistas de trenes: una revisión bibliográfica”, realizado en el contexto de los Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales, año 2024.

Además, se instaló una mesa de trabajo con dirigentes sindicales de empresas ferroviarias para recopilar información sobre las condiciones de trabajo de su sector, durante parte del año 2024 y todo el año 2025. Junto con esta información, se gestionaron visitas en terreno con las empresas ferroviarias y los dirigentes sindicales del sector, para conocer in situ las locomotoras y realizar distintos recorridos en ruta, verificando las condiciones reales de trabajo y la exposición a factores de riesgo, confeccionando informes de análisis ergonómico que se incorporan a la presente Guía Técnica.

Finalmente, el Instituto de Salud Pública, en el contexto de un proyecto de investigación sobre mediciones de vibración de cuerpo entero en condiciones reales de trabajo, realizó mediciones en terreno, información incorporada en esta Guía Técnica.

En el presente documento se abordan los factores de riesgo para patologías musculoesqueléticas de los maquinistas de trenes de pasajeros y de carga, el que podrá ser actualizado en el futuro, incorporando las modificaciones en las condiciones de trabajo verificadas actualmente.

5. TIPOS DE TRENES

a) Componentes

La locomotora es la máquina autopropulsada que circula sobre las vías férreas, cuya cabina interior es operada por el maquinista y el ayudante de maquinista. Es utilizada para traccionar los coches, carros o vagones de un tren.

Se conoce como automotor al equipo rodante autopropulsado, compuesto por dos o más coches unidos entre sí por acoplamientos semipermanentes, que son comandados desde la cabina de la locomotora. Los automotores diésel y eléctricos se entienden como trenes indeformables, es decir, son una unidad compacta indivisible para efectos de la operación. Este tipo de trenes están destinados al transporte de pasajeros.

El tren es todo móvil que circula sobre las vías férreas, pudiendo ser una o más locomotoras acopladas en conjunto con uno o más carros o coches. Se distinguen trenes de carga y de pasajeros.

b) Trenes de carga

Los vagones o carros del tren de carga son de diversos tipos, según el tipo de carga que deban transportar.

Figura N°1. Vagones de tren de carga.

Furgón cerrado. Es un tipo de vagón completamente cerrado para proteger la carga (por ejemplo, artículos electrónicos o alimentos congelados).	
Góndola. Vagón de techo abierto y paredes laterales bajas, usado para transportar granel que no requiere protección como minerales, carbón, etc.	

Tolva.

Semejante a la góndola, pero permite descargar automáticamente la carga por la parte inferior. Usado en transporte de productos agrícolas como maíz, trigo, etc.



Carro tanque.

Vagones cilíndricos cerrados, diseñados para el transporte de líquidos, gases u otros materiales a granel.



Plataforma o Flatcar.

Superficie plana y abierta para transportar materiales pesados o voluminosos como madera, contenedores, etc.



c) Trenes de pasajeros

El servicio de tren de pasajeros en Chile es ofertado por la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE). Como ya ha sido señalado, principalmente se trata de automotores.

Figura N°2. Trenes de pasajeros.



6. PROCESOS CRÍTICOS

En el trabajo ferroviario, para efectos de esta Guía Técnica, se ha colocado énfasis en los procesos de movilización de los trenes, estos son: a) La movilización de trenes de carga, b) La movilización de trenes de pasajeros, c) El uso de tornamesa.

Existen otros procesos como, por ejemplo, las maniobras en patio y los trabajos en taller o maestranza. Estos no se incluyen en la presente Guía Técnica, pues las tareas involucradas en esos procesos ocurren en un espacio de trabajo fijo, siendo posible observar la ejecución de las tareas en tiempo real o su demostración en las condiciones de trabajo que existen. Por lo tanto, para realizar el EPT en dichas situaciones, las instrucciones entregadas por la Superintendencia de Seguridad Social en el Anexo N°14 son suficientes para levantar toda la información necesaria en el proceso de calificación del origen de las enfermedades musculoesqueléticas.

Las maniobras en patio, que como se señaló no son analizadas en esta Guía Técnica, consisten en desenganchar y enganchar carros al convoy. El maquinista avanza o retrocede para ubicarse donde corresponda, recibiendo las instrucciones por otro trabajador que está en patio, que puede ser el ayudante de maquinista o el supervisor de patio. Este último, avisa al maquinista si está cerca para que se detenga. Manualmente, se asegura que los enganches estén alineados y avisa para que retroceda y se enganchen. Una vez que se acopla el enganche manual, el ayudante de maquinista debe conectar el enganche de aire (frenos). Está estrictamente prohibido realizar cualquier acción en patio cuando el tren está en movimiento, lo que incluye subirse o bajarse del tren.

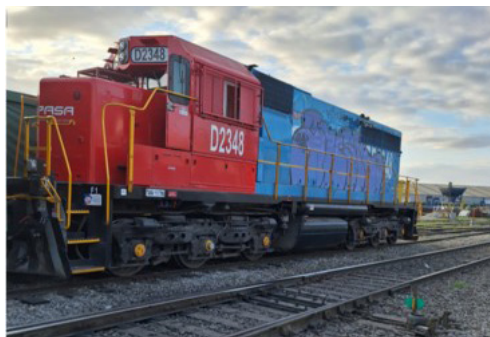
a) Movilización de trenes de carga

En primer lugar, es necesario armar el tren con los vagones de carga, cantidad y tipo según el requerimiento de transporte del cliente. Habitualmente, el máximo de carros a traccionar es de 30, pues es el largo que permite desplazarse por las vías sin riesgo de accidente en un cruce de vías.

La tarea de enganche y desenganche de carros se le denomina maniobras, las que habitualmente se realiza previo a la partida o a la llegada a destino, aun cuando en situaciones particulares pueden requerirse maniobras en plena vía.

En segundo lugar, se debe revisar el tren, la carga, verificando que esté bien estibada, antes de partir a su destino.

Figura N°3. Tren de carga



En ruta, la velocidad de la locomotora depende de distintos factores, como la fuerza que debe ejercer la máquina para traccionar. Por ejemplo, en subida se debe acelerar al máximo, pero la velocidad no es máxima. En ocasiones se debe acelerar mucho para traccionar, pero a la vez, por las condiciones de la ruta, se debe frenar para evitar el descarrilamiento.

Hay diferencias en la conducción según el tonelaje que se transporte, pues mientras mayor peso se traccione, resulta más difícil el frenado. Cabe señalar que al acelerar la locomotora aumenta la vibración y el ruido.

En la vía hay semáforos cada cierto tramo del recorrido. Lo puede observar el maquinista, pero el ayudante de maquinista también va atento, pues en algunos tramos el maquinista no tiene total visibilidad de los semáforos y necesita ese apoyo. Si el semáforo está en rojo, deben detenerse, si está en verde pueden avanzar.

Habitualmente, el tren va con 28 a 30 carros, lo que depende del requerimiento del cliente. La capacidad de tracción de la locomotora permite llevar más carros, pero está limitado por las condiciones de la vía férrea, dado que existen puntos de desvío, y si el tren fuera más largo, podría cruzarse con otro que venga en sentido contrario y colisionaría con la cola.

b) Movilización de trenes de pasajeros

Habitualmente, para el transporte de pasajeros se utiliza un automotor, que es un tren de coches ensamblados que no se modifican, está definido así de fábrica.

En la movilización de pasajeros, en primer lugar, el maquinista se presenta ante el inspector de línea. Luego debe revisar toda la locomotora antes de iniciar el viaje, lo que implica: i) Visualizar todo el tren, ii) Constatar que todos los instrumentos estén operativos y que no indiquen fallas, iii) Observar en forma muy detenida que todos los elementos de frenado funcionen correctamente, iv) Debe realizar pruebas del sistema de tracción y aceleración del tren, y v) Retirar calza, la que se encuentra acuñada en la segunda rueda, primer boggy, lado derecho, la cual pesa aproximadamente 7 kilos y su retiro requiere de una maniobra de inclinación muy incómoda, por la posición en que se encuentra.

El tren se ubica frente al andén para recibir y dejar pasajeros, que es una especie de acera a lo largo de la vía férrea, de anchura variable y con la altura adecuada para un fácil acceso al tren.

En el transporte de pasajeros siempre se trabaja por el frente corto³. Hay locomotoras que pueden operarse por el frente corto o largo, pero tienen controles para ambos sentidos, por lo cual siempre el maquinista está en una posición que le permite la conducción del tren, sin perjuicio que cabe considerar que la conducción por el frente largo resulta inadecuada ergonómicamente, como se verá en los capítulos siguientes de esta Guía Técnica.

³. Ver punto 9. Aspectos críticos a considerar en la evaluación de condiciones de trabajo, letra d) Descripción del puesto de trabajo

c) Uso de tornamesa

La tornamesa de ferrocarril es una plataforma giratoria que permite el cambio de orientación de locomotoras en ciertos puntos de la red ferroviaria, como estaciones terminales o en talleres, de una forma rápida y eficiente, evitando la implementación de maniobras complejas. La falta de suficientes tornamesas en la red ferroviaria, específicamente para trenes de carga, obliga a que muchas veces la conducción de las locomotoras se realice por el "frente largo"⁴.

Primero, se deben desenganchar los carros de la locomotora del buscarril, para llevarlo hacia donde está la tornamesa. Luego, el ayudante de maquinista empuja la locomotora del buscarril unos metros, para dejar espacio a la locomotora, que debe ir en reversa para acercarse a la tornamesa.

Una vez que el buscarril está sobre la tornamesa, el ayudante de maquinista la gira, empujando con todo el peso del cuerpo. Por lo que se observa, este empuje es inicial, para sacar a la tornamesa de la inercia. Cuando ésta ha girado en 180°, el ayudante de maquinista frena la tornamesa, también ejerciendo fuerza con todo el peso del cuerpo.

La locomotora del buscarril sale de la tornamesa en reversa - se volteó, recordar que ingresó a la tornamesa en reversa - avanzando hacia donde quedaron los carros. Se enganchan y continúa retrocediendo hasta la vía principal.

Figura N°4. Uso de tornamesa.



⁴ Ver punto 9. Aspectos críticos a considerar en la evaluación de condiciones de trabajo, letra d) Descripción del puesto de trabajo



7. EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN DE CUERPO ENTERO EN TRENES

Los trabajadores del rubro transporte ferroviario están expuestos a vibraciones de cuerpo entero (VCE), específicamente en los cargos de conducción de trenes de pasajeros y de carga. Aunque esto no es algo discutido por la evidencia científica, su evaluación resulta difícil pues las normativas técnicas y las condiciones del trabajo ferroviario en el mundo presentan diferencias, lo que no hace claramente homologable la exposición a vibraciones ocupacionales entre países.

Por ejemplo, un estudio realizado en Turquía, tomando como referencia la norma ISO 2631-1 y la Directiva de la Unión Europea UE 2002/44/CE, observó que en maquinistas de trenes suburbanos existe exposición a VCE por sobre los límites establecidos⁵; similar conclusión se encuentra en una revisión sistemática de la literatura realizada en el marco de los Proyectos de Investigación e Innovación del año 2025, de la Superintendencia de Seguridad Social, que incluye estudios realizados en Norteamérica y Europa principalmente⁶. Sin embargo, en Chile rige lo establecido en el D.S. N°594, de 1999, del Ministerio de Salud (en adelante D.S. N°594) y, además, considerando que las condiciones de trabajo ferroviario no son necesariamente comparables.

Por otra parte, no existe un procedimiento claro para las especificaciones técnicas sobre emisión de vibraciones en vehículos ferroviarios para su certificación en la compra e importación⁷. En consecuencia, la información que entregue el fabricante sobre emisión de vibraciones, si está disponible, no permite establecer un nivel de seguridad para este agente de riesgo.

La exposición prolongada a este agente de riesgo puede causar trastornos musculoesqueléticos y del sistema nervioso periférico, especialmente a nivel de columna lumbar. Por ello, la exposición a vibraciones ocupacionales por sí solo es un agente de riesgo que debe estar presente en el proceso de calificación de enfermedades profesionales.

La vigilancia médica y ambiental asociada a vibraciones es casi inexistente, por lo que resulta importante contar con algún estándar para establecer relación directa entre exposición a vibraciones ocupacionales y enfermedades musculoesqueléticas y del sistema nervioso periférico. En el protocolo de calificación de enfermedades musculoesqueléticas, se ha establecido, en primer lugar, el análisis de la base de datos sobre vibraciones BaseVibra del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) de España⁸. No obstante, las condiciones de trabajo y el tipo de locomotoras contenidos en dicha base de datos no son comparables a Chile y sólo podrían utilizarse como referencia.

En este contexto, el Instituto de Salud Pública (ISP), con la estrecha colaboración de las empresas del rubro ferroviario y los sindicatos de trabajadores ferroviarios, realizó una serie de mediciones de VCE, comparando los resultados con los límites establecidos en el D.S. N°594 y una propuesta de actualización de dicho Regla-

⁵ Birlık, G. (2009). Occupational exposure to whole body vibration - Train drivers. *Industrial Health*, 47(1), 5 - 10.

⁶ Valencia, M., Valenzuela, S., León, M.E., & Rivera, F. (2025). Factores de riesgo ocupacionales y enfermedades profesionales en maquinistas de trenes. Una revisión de la literatura. Serie Proyectos de Investigación e Innovación. Superintendencia de Seguridad Social. Santiago, Chile.

⁷ Riesco García, E. (2020). VALORACIÓN DE EFECTOS VIBRATORIOS SOBRE CONDUCTORES DE VEHÍCULOS FERROVIARIOS (Doctoral dissertation). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UPM), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

⁸ <https://herramientasprl.insst.es/higiene/exposicion-a-vibraciones> [Consultado el 09-12-2025]

mento, que establece un límite único de 1,15 mt/seg² para los ejes X, Y y Z, normalizado a 8 horas⁹. Para trenes de pasajeros, las mediciones no superaron los límites establecidos. En el caso de los trenes de carga, si bien presentan mayores niveles de vibración que los trenes de pasajeros, especialmente en el eje Z, se presentó una situación similar.

Cabe señalar que, si bien los valores de las mediciones de VCE realizadas por ISP se encontraron por debajo del límite establecido en el D.S. N°594, la muestra no es representativa del rubro ferroviario. Por lo tanto, los organismos administradores del Seguro de la Ley N°16.744, ante casos denunciados por enfermedades musculoesqueléticas y/o del sistema nervioso periférico presuntamente relacionados con exposición a vibraciones ocupacionales, deberán realizar la medición cuantitativa directa en condiciones reales de trabajo, según las recomendaciones técnicas del Instituto de Salud Pública en el "Protocolo para la Aplicación del D.S. N° 594, Título IV, Párrafo 3° Agentes Físicos - Vibraciones".

En caso que la medición cuantitativa directa de vibraciones de cuerpo entero sea imposible, deberá quedar registro con los fundamentos de aquello y proceder a una evaluación cualitativa del riesgo, para lo cual se aplicará el cuestionario de Identificación Avanzada del Protocolo de Vigilancia Ocupacional por Exposición a Factores de Riesgo de Trastornos Musculoesqueléticos del Ministerio de Salud, categorizando la exposición a riesgo del siguiente modo:

- ▶ Respuesta "Sí" a 7 preguntas o más: Nivel de riesgo alto.
- ▶ Respuesta "Sí" a entre 4 y 6 preguntas: Nivel de riesgo moderado.
- ▶ Respuesta "Sí" a 3 preguntas o menos: Nivel de riesgo bajo.

Luego, cualitativamente se considerará que la exposición a vibraciones de cuerpo entero es suficiente, cuando:

- ▶ Exposición es mayor o igual a 10 años con nivel de riesgo bajo.
- ▶ Exposición es mayor o igual a 5 años con nivel de riesgo moderado.
- ▶ Exposición es mayor o igual a 3 años con nivel de riesgo alto.

Considerar, finalmente, que la exposición a VCE bajo el límite permitido no es asimilable a establecer ausencia de riesgo. La ponderación de la exposición a este agente como riesgo ocupacional, debe hacerse sobre la base de demostrar exposición igual o mayor al 50% del límite permitido por la normativa y la antigüedad en el cargo con exposición al agente, medido en años:

- ▶ Exposición mayor o igual a 10 años con medición (Aeq) bajo el criterio de acción, establecido en el D.S. N°594.
- ▶ Exposición mayor o igual a 5 años con medición (Aeq) con un valor igual o sobre el criterio de acción y bajo el límite máximo permitido, establecido en el D.S. N°594.
- ▶ Exposición mayor o igual a 3 años con medición (Aeq) sobre el límite máximo permitido, establecido en el D.S. N°594.

⁹. Instituto de Salud Pública. (2025). INFORME DE MEDICIONES DE RUIDO Y VIBRACIÓN DE CUERPO ENTERO EN UNA MUESTRA DE POBLACIÓN TRABAJADORA EN EL RUBRO DEL TRANSPORTE EN CHILE. Instituto de Salud Pública. Santiago, Chile.

8. PUESTOS DE TRABAJO ANALIZADOS EN ESTA GUÍA TÉCNICA

Se presenta el puesto de trabajo de maquinistas de trenes. Este cargo no es posible de evaluar en condiciones reales de trabajo al momento de realizar el EPT, por el hecho que se encuentra el tren en movimiento, comenzando el proceso en un lugar y terminando en otro distinto, por lo cual la logística para el profesional encargado resulta muy compleja.

Si bien es cierto que el ayudante de maquinista también desempeña sus funciones con el tren en movimiento, lo observado en la evaluación en terreno demostró que sus funciones no son de exigencia musculoesquelética, sino que mental principalmente, pues debe mantenerse alerta a las condiciones de la vía y el contacto a nivel central mediante radio o teléfono celular.

Se pudo constatar que, para cumplir de buena forma sus funciones, el uso de protectores auditivos no es adecuado, pues no puede usarlos y, a la vez, establecer comunicaciones a nivel central por radio o teléfono. Incluso se verificó que en ciertos tramos el ruido ambiente es cualitativamente tan alto, que el uso de protectores auditivos impide la comunicación entre el maquinista del tren y su ayudante.

Las maniobras habitualmente se realizan en patio, previo a la salida del tren o una vez que llega a destino. Si bien es cierto, podría realizar maniobras en la ruta, esta tarea es posible de demostrar en patio, para efectos de realizar el Estudio de Puesto de Trabajo.

No han sido incluidos otros puestos de trabajo, como la tripulación de tren y los mecánicos, pues pueden demostrarse las condiciones reales de trabajo en patio.

9. ASPECTOS CRÍTICOS A CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE TRABAJO

a) Formato de Estudio de Puesto de Trabajo a utilizar

La evaluación de condiciones de trabajo para las patologías musculoesqueléticas de miembro superior y columna cervical en los trabajadores ferroviarios, se realiza aplicando el formato del Estudio de Puesto de Trabajo para patología musculoesquelética (EPT-ME) del segmento afectado que corresponda. En el caso de patologías de miembro superior, para analizar la exposición a factores de riesgo se aplicará la metodología de criterios de calificación contenida en el Anexo N°36 "Criterios de Calificación de enfermedades musculoesqueléticas de extremidad superior" del Compendio del Seguro de la Ley N°16.744. En el caso de patologías de columna cervical, se aplicará el juicio de experto del Comité de Calificación, cuyo análisis y conclusiones deben registrarse en el campo "Fundamento de la calificación" del informe sobre los fundamentos de la calificación de la enfermedad.

En tanto no exista un protocolo de calificación específico para enfermedades de otros segmentos, el Comité de Calificación deberá resolver según los instrumentos de evaluación de condiciones de trabajo que estime pertinentes, interpretando sus resultados por juicio de experto. En estos casos, el Comité de Calificación deberá registrar en el campo "Fundamento de la calificación" la justificación sobre el instrumento de evaluación de

condiciones de trabajo seleccionado, además del análisis y conclusiones sobre la calificación de origen de la enfermedad del caso estudiado.

En las tareas realizadas por los maquinistas de locomotoras, se observó lo siguiente:

- ▶ Tarea única, con ciclo de trabajo largo y poco definido.
- ▶ Las operaciones no siguen una secuencia cíclica estable, dependiendo bastante del tipo de locomotora, de las condiciones de la vía férrea, el tramo recorrido, las condiciones climáticas, entre otras.
- ▶ Las características de la conducción de trenes obligan a la persona trabajadora a posturas estáticas forzadas por largos períodos de tiempo.
- ▶ Las personas trabajadoras deben permanecer en un estado de alerta constante durante la conducción de la locomotora, por las condiciones de la vía férrea, las características del trayecto a recorrer, las condiciones climáticas y situaciones contingentes, por lo cual resulta muy difícil establecer tiempos de pausa inherentes al proceso.

De acuerdo con la información obtenida en las visitas en terreno, se concluye que es una actividad que requiere de una alta concentración mental, posturas forzadas mantenidas con un ciclo de trabajo largo y poco definido.

Debido a las características descritas, el formato de evaluación de puesto de trabajo a aplicar será el de MACROLABOR.

b) Antecedentes generales y del trabajo

Como se podrá apreciar en los capítulos siguientes de la presente Guía Técnica, las características de un puesto de trabajo en movimiento geográfico por jornadas largas, vuelven logísticamente muy complejo realizar el EPT-ME. Para que esta evaluación de las condiciones de trabajo sea viable, puede aceptarse su ejecución en un ambiente simulado o demostrativo, como es en una locomotora de patio. Pero para ello es obligatorio considerar todos los elementos técnicos contenidos en esta Guía Técnica y complementar la información con entrevistas a la persona trabajadora afectada y al supervisor directo de la empresa, quien también podrá ser el prevencionista de riesgos o un representante del Comité Paritario de Higiene y Seguridad. Se recomienda que las entrevistas a la persona trabajadora afectada y al representante de la empresa (supervisor directo, prevencionista de riesgos o representante del empleador ante el Comité Paritario) se realicen por separado. Es recomendable también involucrar a los dirigentes sindicales en el proceso.

Los antecedentes generales y del trabajo de los EPT-ME proporcionan información importante para la evaluación del puesto de trabajo y el estudio de la enfermedad, entre ella, la ocupación del trabajador y la antigüedad en ésta, así como los horarios de trabajo, los días de la semana trabajados, la existencia de turnos y su rotación, las horas extras, las pausas, entre otros. Estos antecedentes se deben registrar en el apartado del EPT-ME especialmente diseñado para estos efectos, el que se presenta en la siguiente imagen:

ESTUDIO DE PUESTO DE TRABAJO MACROLABOR MUÑECA MANO

ANTECEDENTES GENERALES

ENTIDAD EMPLEADORA

Razón Social			RUT empresa trab.		Fecha Informe.	
Contacto empresa			RUT emp principal			
Dirección del Centro de Trabajo	Calle y Nº			Ciudad		
	Comuna			Región		
	Geolocalización					

TRABAJADOR

Nombre y Apellidos			RUT	
Ocupación				
Antigüedad en Ocupación actual				

ANTECEDENTES DEL TRABAJO

Jornada	Turnos	Hr. Ingreso	Hr. Salida	Hrs. Jornada	Hrs. Extras	Total Horas	Días laborales	L	M	M	J	V	S	D
	Día													
	Tarde													
	Noche													
	Especial													

Rotación de Turnos	Si/No	Tipo de Rotación	
	No	Texto libre	
Horas extras (HE)	Si/No	N° de horas semanales	Tiempo Total (min)
	Si		
Pausa oficial (PO)	Si/No	N° de pausas y Duración	Tiempo Total (min)
Pausas no oficiales (PNO)	Si		
Pausa para comer (PC)	No		
	Si		
	Tiempo total (min)		
TPIS	Texto libre		
Rotación de puesto de trabajo	Si/No	Tipo de Rotación de Puesto de Trabajo	
	Si	Texto libre	
	Fija/Variable (Bono por producción, a trato, por hora)		
Tipo de remuneración	Texto libre		
Actividades extra-programáticas	Texto libre		
PERÍODO DE NO EXPOSICIÓN (vacaciones, licencia, permiso, trabajo con otras exigencias, etc.)	días/semanas/meses	Descripción	
	Texto libre	Texto libre	

OTROS ASPECTOS

Extremidad a Evaluar	Derecha	¿Trabajador presente? (Si/No)	Si
Lateralidad del trabajador	Zurdo	¿Por qué no está presente?	Texto libre
Observaciones	Texto libre		

DATOS DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

Fecha visita empresa		Hora inicio		Hora término	
Nombre del Profesional				Firma	
Teléfono de contacto		Correo electrónico			
Profesión					
Rut					

c) Jornada laboral de los trabajadores ferroviarios

La jornada de estos trabajadores se rige por el artículo 25 ter del Código del Trabajo, según el cual la jornada de trabajo no podrá superar las 180 horas mensuales, la jornada diaria no podrá superar las 7.5 horas continuas en el caso de transporte de pasajeros, ni las 9 horas continuas en el caso del transporte de carga; ambos períodos en un lapso de 24 horas. En el caso de trenes de pasajeros, el maquinista no podrá conducir más de 5 horas continuas.

Esta regla puede tener algunas variaciones que se ajustan a la norma, dependiendo de la empresa y la ruta a realizar, en cuyo caso se deberá registrar dicha variación en el informe de EPT.

Puede existir una pausa por retardo en la salida de la locomotora del taller, la que debe ser avisada para la adecuada coordinación del flujo ferroviario. Está prohibido comer en la cabina de la locomotora, por lo que no hay pausa por este concepto. Algunas cabinas tienen baño, pero lo puede utilizar el ayudante de maquinista y por un instante breve, nunca el maquinista.

d) Perfil de cargo

MAQUINISTA

Es el trabajador encargado de la conducción del tren. Además, tiene el mando operativo de la seguridad del tren. Eventualmente, debe hacer maniobras según la carga, y le corresponde transportar carga o pasajeros.

Hay maquinistas de patio y de ruta. Los maquinistas de patio son los que fundamentalmente hacen maniobras. La función del maquinista en patio o en ruta depende de la empresa ferroviaria; algunas diferencian los cargos y en otras el mismo maquinista puede cumplir funciones tanto en patio como en ruta.

El maquinista de ruta debe revisar el tren antes de salir y al terminar su recorrido, el que consiste en revisar niveles de aceite, rodado, sistema de frenos y mangueras de aire.

El maquinista de pasajeros debe conducir locomotoras o automotores, velando por la seguridad de los pasajeros, tripulación y equipos, respetando la normativa ferroviaria.

Cuando al trabajador le corresponde realizar funciones como maquinista de patio tarda 4 horas, aproximadamente, en realizar maniobras y va a dejar el tren a un destino corto. El maquinista de ruta, en cambio, realiza menos maniobras, tal vez una en el trayecto.

Para acceder al cargo de maquinista de tren se debe contar con cierta antigüedad en el rubro. Los trabajadores ingresan como ayudante de maquinista habitualmente. Se debe hacer un curso teórico de 3 meses, luego EFE exige el cumplimiento de horas de práctica con un maquinista de monitor por un lapso de 3 meses adicionales, luego una prueba teórica y práctica, tras lo cual EFE habilita a la persona trabajadora para manejar cierto tipo de locomotoras y en ciertos sectores.

AYUDANTE DE MAQUINISTA

Obedece las instrucciones del maquinista. Es corresponsable en la observación de señales y cumplimientos de instrucciones de movilización y del resguardo de la documentación del tren. Puede sustituir al maquinista en la conducción del tren en caso de emergencia.

La revisión del tren se realiza en conjunto con el maquinista, pero si el tiempo es escaso, sólo lo realiza el ayudante de maquinista. La revisión de la locomotora se realiza en 15 minutos aproximadamente y el resto del equipo en unos 45 minutos, es decir, 1 hora en total. Generalmente se hace una vez por turno.

e) Descripción del puesto de trabajo

CABINA DE LA LOCOMOTORA

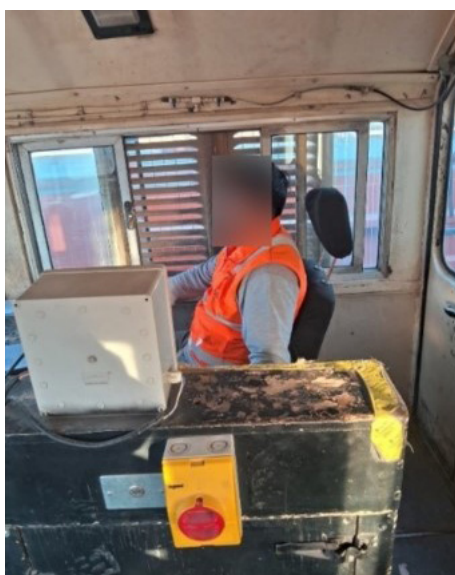
El lugar de trabajo es la cabina de la locomotora. Existe una diferencia notoria entre la locomotora de pasajeros y la de carga, pues en la primera los controles están frente al maquinista, siendo la posición sentado mirando hacia adelante. En cambio, en la locomotora de carga, pueden presentarse posturas disergonómicas, que se indicarán a continuación.

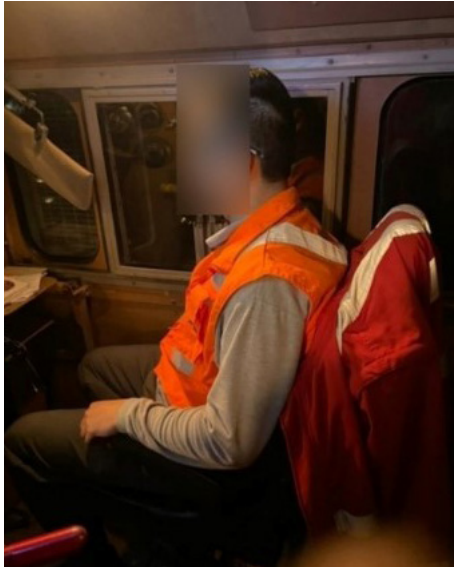
Habitualmente, como máximo van 2 trabajadores en la cabina: el maquinista y el ayudante de maquinista

El tamaño de la cabina de la locomotora de carga es de 2x3 metros aproximadamente.

El asiento del maquinista tiene palancas que permiten rotar, mover hacia adelante y atrás, y reclinar el respaldo. Pueden atascarse al cambiar el asiento de posición, lo que depende de la adecuada mantención del mismo

Figura N°5. Asiento del maquinista de tren.





PANEL DE CONTROL DE LA LOCOMOTORA

Vigilancia automática (sistema “hombre muerto”)

Es un sistema que previene accidentes ferroviarios en caso que el maquinista no se encuentre en condiciones de operar el tren por situaciones de emergencia como desmayo, pérdida de conciencia o abandono de la cabina por cualquier causa. Según sea el tipo de locomotora, el sistema se activa con el pie o con la mano.

En la activación con el pie, el maquinista debe presionar un pedal cada 30 segundos para iniciar una nueva secuencia; si no lo hace, en forma automática se activa el freno de emergencia.

En la activación con la mano, existe en el tablero de controles un botón que debe presionar cada 23 segundos como máximo para iniciar una nueva secuencia; de no hacerlo, se activa el freno de emergencia automáticamente.

Sistema de frenado y acelerado

Los automotores más modernos, es decir, en rodaje desde los últimos 5 años, utilizan frenado eléctrico prioritariamente y en forma secundaria el frenado neumático. Los automotores más antiguos priorizan el frenado neumático.

El frenado eléctrico funciona con fuerza electromotriz. Se le introduce corriente a un motor eléctrico por contrafuerza electromotriz, de modo que haga la fuerza de tracción en forma inversa (corriente inversa).

El frenado neumático lo tienen todos los trenes y funcionan en base a válvulas neumáticas, con zapatas o discos de frenos, similar a los automóviles. Tienen un frenado por aire, similar a los camiones.

La locomotora tiene una manilla de freno independiente y otra automática. La manilla automática frena todo el tren y la manilla independiente frena sólo la locomotora. En los trenes de pasajeros se manejan las manillas de freno por separado y en los más modernos se manejan con la misma palanca.

El acelerador es distinto al freno. En los trenes de carga es una palanca, pero en los trenes de pasajeros es un dispositivo parecido a un volante. En ambos casos tienen puntos de aceleración. Los trenes de pasajeros más nuevos tienen un joystick.

Uso de claxon

Para accionar el claxon o bocina, debe bajar una palanca, lo que implica un esfuerzo Borg 5¹⁰. En general, se observa que durante un recorrido se debe tocar muchas veces el claxon, en particular, cuando el tren pasa por cruces ferroviarios y cuando pasa por zonas pobladas, pues suele ocurrir que hay cruce de animales y personas por lugares no habilitados.

CONDUCCIÓN DE LA LOCOMOTORA

Se denomina Frente a los extremos o caras delantera y trasera de la locomotora.

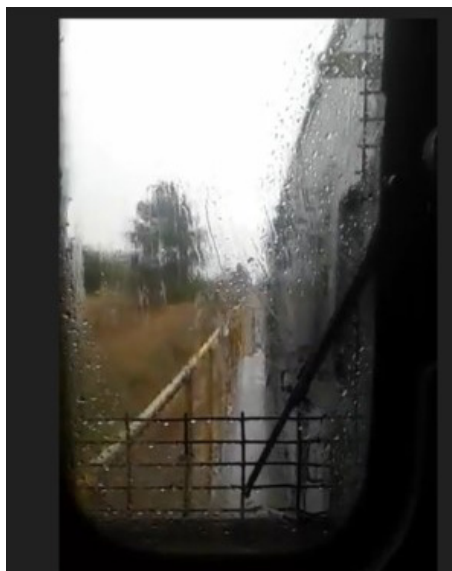
El tablero de comandos está ubicado de tal forma que la posición adecuada para conducir el tren es por el Frente Corto o Frente 1, pues el maquinista queda sentado recto mirando hacia el frente, teniendo los controles al alcance sin esfuerzo. En el caso de los trenes de pasajeros, siempre el maquinista tiene la visibilidad por el Frente Corto, pero los trenes de carga pueden tener visibilidad por el Frente Corto o por el Frente Largo.

En el caso del Frente Largo o Frente 2, el maquinista conduce la locomotora en reversa, lo que no está impedido por la normativa. El maquinista, para ver la vía férrea, debe mantener el cuerpo y la cabeza rotada, con el hombro en abducción mantenida sujetando el acelerador. En general, el maquinista cuando conduce el tren por el Frente Largo, tiene una visibilidad más limitada, porque hay elementos que bloquean la visual. Algunas locomotoras tienen incorporadas cámaras que buscan facilitar la visibilidad cuando conducen por el Frente Largo.

La conducción por el Frente Largo se debe al hecho que cuando los trenes llegan a destino, no se dispone de una plataforma tornamesa para girar la locomotora. De tal modo que, para regresar, se debe conducir en reversa.

¹⁰. Para esta estimación se consultó a los trabajadores directamente, dando las explicaciones de modo que no confundieran uso de fuerza con fatiga. Por otra parte, los profesionales de SUSESO verificaron el uso de fuerza que debían aplicar para hacer sonar el claxon, presentando concordancia con lo expresado por los trabajadores.

Figura N°6. Conducción del tren por frente largo.





f) Elementos de protección personal

Utilizan chaleco reflectante, protectores auditivos, zapatos de seguridad y guantes.

g) Condiciones ambientales

Las locomotoras de los trenes de carga, en general, no tienen adecuados sistemas de aire acondicionado y el cierre de las cabinas no es hermético, en verano no se disipa el calor y en invierno ingresa frío y viento, por lo cual falta protección respecto de la temperatura ambiente.

La visibilidad con la lluvia disminuye bastante. Las ventanas tienen limpiaparabrisas, pero de todos modos la visibilidad resulta limitada.

10. ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO MAQUINISTA DE TREN

a) Antecedentes preliminares

A partir de la información obtenida durante ciclo de entrevistas del equipo técnico de la Intendencia de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Superintendencia de Seguridad Social con trabajadores ferroviarios, e información documental complementaria de evaluaciones anteriores de puestos de trabajo entregada por estos mismos, se decidió llevar a cabo evaluaciones posturales, de acuerdo con la descripción del puesto de trabajo de maquinista y las dolencias manifestadas por los trabajadores.

La evaluación postural realizada a través de observación directa comprendió la realización de un estudio de tiempos del puesto de trabajo del maquinista de tren durante la conducción, registro fotográfico de tronco, extremidades superiores, incluyendo columna cervical, registro en video de las operaciones asociadas a la tarea propia del cargo; además de la obtención de información de forma verbal a partir de preguntas realizadas por el observador durante el desarrollo de la tarea.

La información obtenida desde las fuentes antes señaladas fue utilizada para aplicar las metodologías de evaluación postural REBA e ISO 11.226, ambas herramientas normadas por el Protocolo de Vigilancia Ocupacional de Factores de Riesgo de Trastornos Musculoesqueléticos, del Ministerio de Salud, para la evaluación de factores de riesgo posturales.

Cabe señalar que en este análisis ergonómico se hizo una revisión integral de los factores y agentes de riesgo ocupacionales relacionados directamente con patologías musculoesqueléticas que afectan diversos segmentos corporales, que se encuentran especificadas en el protocolo de calificación de enfermedades profesionales del Compendio de Normas del Seguro Ley N°16.744 o pueden deducirse del listado de enfermedades profesionales del D.S. N°109, de 1968, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social (en adelante, D.S. N°109). En el proceso de calificación de origen de enfermedad, debe tenerse en cuenta la denuncia de enfermedad profesional del trabajador (DIEP) y el segmento anatómico comprometido, según la información que la persona trabajadora aporte.

Se analizaron puestos de trabajo de maquinista en trenes de pasajeros y de carga, que se detallan a continuación.

b) Análisis ergonómico de maquinistas de trenes de pasajeros

INFORME DE EVALUACIÓN POSTURAL MAQUINISTA TREN DE PASAJEROS BMU

Se analiza la tarea de conducción de tren de pasajeros en el trayecto entre las ciudades de Santiago y Talca.

Descripción de la tarea

La tarea de conducción se realiza en frente corto con el maquinista en posición sedente durante todo el trayecto de Santiago a Talca. El tiempo total de conducción en dicho trayecto fue de 3 horas y 31 minutos¹¹.

Durante todo el tiempo que se realiza la tarea de conducción, se llevan a cabo principalmente 2 operaciones manuales de controles que se encuentran frente al asiento del maquinista:

- ▶ Control de velocidad del tren mediante accionamiento de control de aceleración con extremidad superior derecha (Ver Figura N° 7).

Esta operación se encuentra determinada por la detención y puesta en marcha en estaciones terminales e intermedias, disminución y aumento de velocidad por curvas puentes, túneles, cruces y alertas en la vía informadas por la ayudante de maquinista, provenientes de la central "control de vía".

- ▶ Activación del Claxon realizada con extremidad superior izquierda (Ver Figura N° 8).

El Claxon es activado ante las mismas situaciones señaladas en la operación de control de velocidad del tren.

¹¹. El recorrido completo termina en Chillán, lo que significa 1 hora más aproximadamente.

Figura N° 7. Control de velocidad del tren.

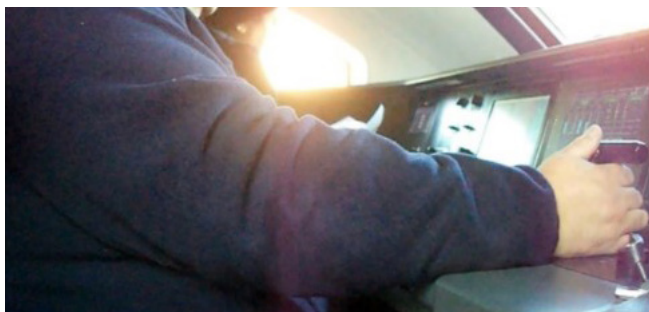
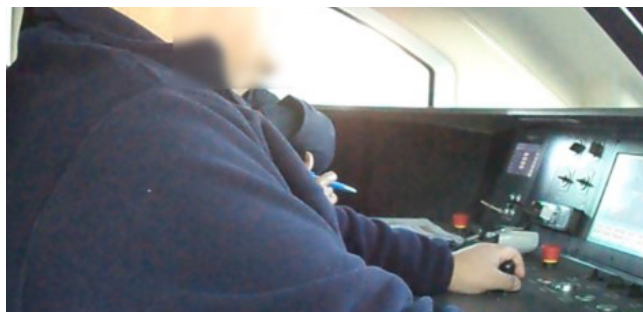


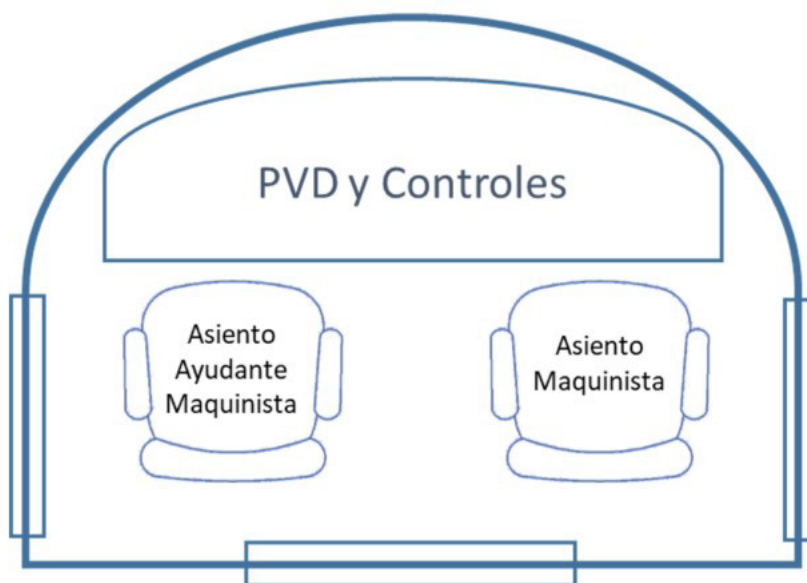
Figura N° 8. Activación de Claxon.



Se registran 7 paradas en estaciones intermedias de duración entre 1 a 5 minutos, en las cuales el maquinista mantiene su posición sedente, sin operación manual de los controles.

En términos de atención visual, la mayor parte del tiempo la vista se mantiene hacia adelante observando la vía férrea, alternándose con el control visual de la información de funcionamiento del tren entregada en las pantallas de visualización de datos (PVD) al frente del panel de operación, las cuales poseen interfaces con buen contraste entre colores.

Figura N° 9: Lay-out Cabina Tren BMU



Durante 2 horas de la jornada existen maniobras de cambio de vías y posicionamiento del tren que no fueron observadas ni analizadas desde el punto de vista postural.

Condiciones del equipo y el entorno

El tren de pasajeros es un equipo moderno con la mayoría de los sistemas que opera e interactúan con el maquinista funcionando de forma óptima. Circula por una línea férrea en buenas condiciones sin pendientes pronunciadas.

Las butacas del maquinista y ayudante de maquinista son regulables en altura, profundidad e inclinación, amortiguadas y acolchadas, brindando apoyo lumbar y dorsal.

Gran parte del recorrido observado fue nocturno, con buena visibilidad (180 metros aproximadamente). Sin embargo, la visibilidad se ve reducida en muchas ocasiones por la niebla diurna, logrando ver sólo 5 metros por delante del tren.

Análisis postural

Descripción de posturas adoptadas

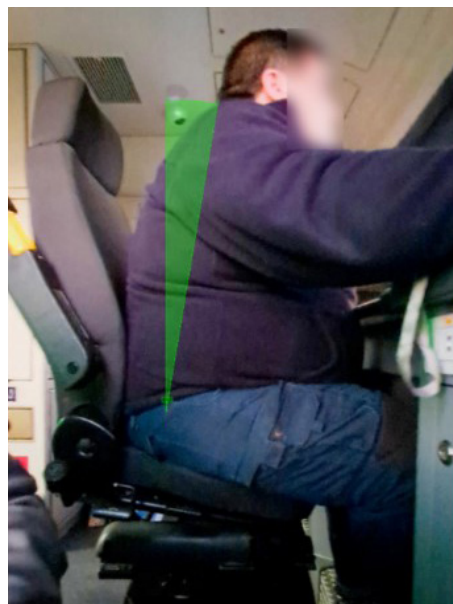
- ▶ **Cuello:** Al momento de visualizar información desde PVD se observa leve flexión de cuello menor a 20° con torsión hacia la izquierda. En ocasiones dicha postura se mantiene por más de 4 segundos (Ver Figura N° 10).
- ▶ **Piernas:** En posición sedente, existe flexión sostenida de ambas rodillas sin mayor restricción postural, variando entre 100° y 120° aproximadamente durante el desarrollo de la tarea, pues el sistema de “hom-bre muerto” se activa presionando una pedalera que abarca la distancia entre ambos pies (Ver Figura N° 10).
- ▶ **Tronco:** Siempre en postura simétrica. Cuando la conducción requiere mayor agudeza visual por condiciones sub-óptimas de visibilidad o se requiere elevar la atención para detectar algún objeto en la vía o aledaño a esta, el maquinista debe flexionar su tronco en 15° aproximadamente, respecto de su postura neutral o de referencia, perdiendo apoyo dorsal con protracción cervical¹² (Ver Figura N° 11).

¹² Protracción cervical o anteropulsión: Cuello proyectado hacia adelante.

Figura N° 10. Visualización PVD



Figura N° 11: Inclinação de tronco



- ▶ **Hombros:** Durante la operación de control de velocidad realizada con la extremidad derecha, el hombro se mantiene en posición sostenida de flexión y abducción combinada en 52° y 20°, respectivamente. Esta última, en atención a su angulación de referencia, supone el apoyo de la extremidad en la zona del antebrazo en el panel de controles. Existe leve variación en el ángulo de flexión de hombro cuando se acelera (antebrazo se desplaza hacia adelante) o desacelera (antebrazo se desplaza hacia atrás) (Ver Figura N° 12).

En tanto, durante la operación de accionamiento del claxon, de igual manera el hombro izquierdo se mantiene en posición sostenida de flexión y abducción combinada en 50° y 12°, respectivamente. Esta última, en atención a su angulación de referencia, supone el apoyo de la extremidad en la zona del antebrazo en el panel de controles.

- ▶ **Codos:** Ambos codos se mantienen sostenidamente en flexión con los antebrazos apoyados en el panel de controles, en una angulación de 93° para el codo derecho y 90° para el codo izquierdo.

Existe leve variación en la angulación de flexión de codo derecho cuando se acelera (antebrazo se desplaza hacia adelante) o desacelera (antebrazo se desplaza hacia atrás).

- ▶ **Antebrazo y muñecas:** Durante la operación de control de velocidad realizada con la extremidad derecha, la muñeca se mantiene sin lateralización, flexión, extensión, antebrazo sin pronación o supinación, toda vez que la aceleración y desaceleración se logran desplazando el antebrazo hacia adelante y hacia atrás, respectivamente. Sólo en ocasiones aisladas, la aceleración máxima del tren es realizada con lateralización cubital de la muñeca (Ver figura N° 13).

El antebrazo izquierdo se mantiene sostenidamente en pronación de hasta 90° con la mano sobre el joystick del claxon y muñeca en extensión que varía entre los 20° en posición de reposo y 10° en flexión aproximadamente cuando es activado.

Figura N° 12.
Flexión hombro Derecho



Figura N° 13
Aceleración con lateralización muñeca



- **Manos y dedos:** Para la operación de aceleración con la mano derecha se utiliza agarre palmar con pulgar extendido de manera sostenida con uso de fuerza débil (Ver Figura N°14).

En tanto, para la operación del claxon con la mano izquierda, se utiliza agarre palmar tipo joystick, con uso de fuerza débil a moderado ejercida por los dedos (Ver Figura N°15).

Figura N° 14. Agarre mano derecha.

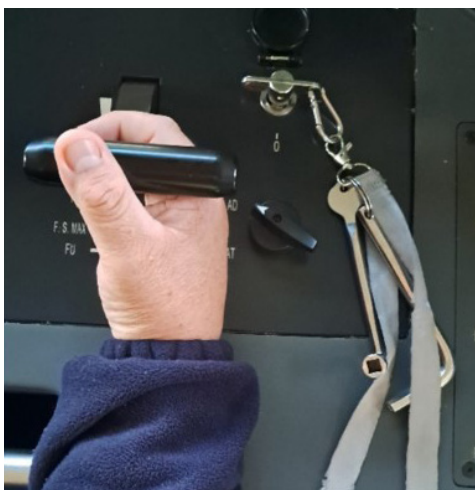
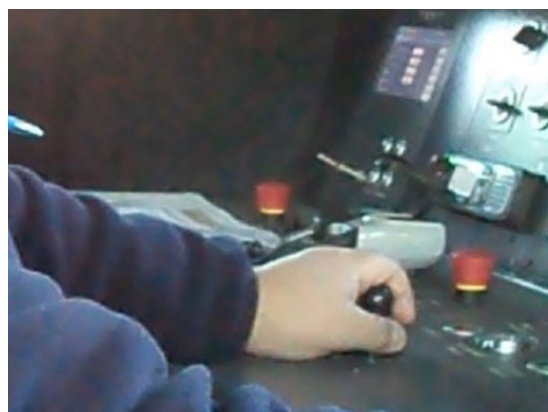


Figura N° 15. Agarre mano izquierda.



La posición sostenida señalada para los distintos segmentos de ambas extremidades superiores puede extenderse por hasta 50 minutos con leves variaciones de postura. Sólo durante las detenciones no existe operación manual de controles y claxon, pausando el trabajo de ambas extremidades distales, con mantención de la posición sostenida descrita para hombros y codos.

RESULTADOS DEL MÉTODO R.E.B.A.

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco.

- ▶ Para el segmento cuello se obtuvo una puntuación de 2 dada por una flexión menor a 20° y la torsión hacia la izquierda para observar las PVD.
- ▶ En cuanto a ambas piernas, se obtuvo un puntaje de 1 por la posición sedente, sin necesidad de corrección por la amplitud de la flexión de ambas rodillas.
- ▶ El segmento tronco obtuvo una puntuación de 2 por observarse flexión menor a 20° sin torsión ni inclinación lateral.
- ▶ El factor Carga/Fuerza fue evaluado con el puntaje mínimo igual a 0.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 3.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad derecha.

- ▶ El segmento antebrazo obtuvo un puntaje de 2 por operar en una angulación menor a 60°.
- ▶ La muñeca derecha obtuvo un puntaje de 2 por posicionarse en flexión o extensión menor a 15° pero con desviación lateral ocasional.
- ▶ El brazo derecho se ubica en el rango de postura flexionada entre 45° y 90°, con abducción combinada, pero con apoyo en el antebrazo, obteniendo un puntaje de 3
- ▶ En cuanto al agarre del control del acelerador, se obtuvo el menor puntaje igual a 0, por consistir en buen agarre palmar con buen uso de la fuerza.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 5.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad izquierda.

- ▶ El segmento antebrazo obtuvo un puntaje de 2 por operar en una angulación menor a 60°.
- ▶ La muñeca izquierda obtuvo un puntaje de 3 por posicionarse en extensión mayor a 15° con el antebrazo en pronación.
- ▶ El brazo izquierdo se ubica en el rango de postura flexionada entre 45° y 90°, con abducción combinada, pero con apoyo en el antebrazo, obteniendo un puntaje de 3
- ▶ En cuanto al agarre del claxon, se obtuvo el menor puntaje igual a 1, por consistir en agarre palmar tipo joystick aceptable.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 6.

La ponderación total para los segmentos corporales del lado derecho resultó con un valor 5, considerando que varios de estos segmentos permanecen en postura estáticas como factor agravante. Misma situación ocurre para los segmentos corporales del lado izquierdo, que resultó en un valor de 6. **Ambos resultados se encuentran en un nivel de acción "Necesario".**

RESULTADOS DEL MÉTODO ISO 11.226

Postura de tronco.

Las características posturales evaluadas para este segmento se presentan todas en condiciones aceptables, por falta de asimetría, flexión menor a 20° respecto de la postura de referencia y posición sedente con postura convexa de la columna lumbar.

Postura de cabeza.

Las características posturales de inclinación y flexión se presentan en condiciones aceptables, ambas con angulaciones menores a 25° respecto de la postura de referencia.

En tanto, se presenta asimetría de cuello dada la rotación axial (hacia la izquierda) al observar PVD, resultando en una condición "No recomendada".

Posturas de hombro y brazo.

Tanto para hombros y brazos de ambos lados del cuerpo (derecho e izquierdo), se presentan todas las características posturales evaluadas en condiciones aceptables, sin posturas forzadas de brazos, elevación de los mismos por debajo de los 20° y sin hombros elevados.

Posturas de codos, antebrazos y muñecas.

Para segmentos del lado derecho del cuerpo, las características posturales se presentan todas en condiciones aceptables, sin flexión extrema de codo (angulación resultante menor a 150°), prono/supinación de antebrazo o postura extrema de muñeca (lateralización cubital menor a 30°).

Para segmentos del lado izquierdo del cuerpo, las características posturales de flexión extrema de codo y postura extrema de muñeca (extensión), se presentan en condiciones aceptables por ángulos resultantes menores a 150° y 90°, respectivamente. No obstante, se presenta pronación extrema (90°) de antebrazo, catalogada como una condición "No recomendada".

Dada la escasa posibilidad de registro fotográfico detallado de posturas asociadas a extremidades inferiores, no fue posible evaluar dicho segmento con el Método ISO 11.226.

CONCLUSIONES DEL INFORME

La tarea de conducción de tren BMU implica una exposición prolongada a posturas estáticas, particularmente en tronco, cuello y extremidades superiores, debido al carácter continuo del trayecto y a que el maquinista permanece sentado durante la totalidad de la operación observada (más de 3,5 horas continuas), por lo que constituye un factor crítico, especialmente en métodos requeridos por el Protocolo TMERT y no puede ser soslayado.

Las posturas observadas en cuello, tronco y piernas son mayormente aceptables según el Método ISO 11.226, excepto por la rotación axial sostenida del cuello durante la lectura de PVD, la cual constituye una condición "No recomendada" según la Norma.

Por tanto, obligatoriamente se debe incluir en la evaluación la identificación de rotaciones cervicales sostenidas y su duración, dado que este factor puede contribuir al riesgo de trastornos musculoesqueléticos cervicales, aun cuando la flexión no supere los límites aceptables. Cabe señalar que, según información complemen-

taria obtenida durante la observación, se identificaron modelos de trenes de mayor antigüedad (UT y UTS) con espejos retrovisores que deben mirarse en cada curva que toma el tren, adoptando posturas en angulaciones extremas en la rotación axial de cuello.

Asimismo, en la información complementaria recopilada durante la observación, se identificaron asientos de otros modelos de tren, sin sistema de ajuste a la antropometría del trabajador y posición de conducción, obligándoles a conducir con el tronco y cuello girados por más de 300 kms., por lo que la evaluación de riesgo debe incluir la identificación de giros de tronco sostenidos y su duración.

Las extremidades superiores presentan demandas diferenciadas entre ambos lados del cuerpo, propias de la operación bimodal de aceleración (derecha) y claxon (izquierda).

Los resultados del Método establecido en la Norma ISO 11.226 también muestran que el antebrazo izquierdo opera en pronación extrema (90°), clasificada como “No recomendada”, lo que coincide con el puntaje elevado obtenido en REBA para ese mismo segmento. Esto releva la necesidad de identificar rangos articulares extremos en la evaluación, aunque no excedan límites de flexión o extensión, ya que pueden constituir factores de riesgo en tareas estáticas prolongadas.

El método REBA clasifica ambas extremidades en nivel de acción “Necesario”, con puntajes de 5 (derecha) y 6 (izquierda) por posturas mantenidas, uso repetido y presencia de desviaciones articulares en muñeca y hombro, aun cuando la fuerza ejercida es mínima. Dado que el diseño del puesto de trabajo genera exposiciones distintas según lateralidad, es un elemento a considerar en la evaluación del riesgo.

El asiento del maquinista resulta ergonómicamente adecuado y adaptable al trabajador, con apoyo lumbar, regulación y amortiguación. Sin embargo, la evaluación demuestra que existe flexión de tronco en situaciones de visibilidad sub-óptima, acompañada de protracción cervical, lo cual aumenta la carga biomecánica sobre la columna. Por tanto, se recomienda reportar en el EPT las condiciones operacionales del entorno (visibilidad, interacción con PVD, iluminación y tensiones atencionales), pues estas influyen en la postura aun cuando el equipamiento sea ergonómicamente adecuado.

En ambos métodos se observa que las posturas estáticas sostenidas por periodos de hasta 50 minutos generan agravamiento del nivel de riesgo, incluso cuando la amplitud articular se mantiene mayormente dentro de rangos aceptables. Esto implica colocar énfasis en la dimensión temporal (duración y frecuencia), coherente con los principios del Protocolo TMERT.

La evaluación permite concluir que las operaciones manuales del acelerador y claxon implican posturas forzadas moderadas, con soporte parcial en antebrazos, pero con participación sostenida de hombro, codo y muñeca, no excluyendo riesgo para el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos, lo que debe ser relevado, toda vez que el uso de fuerza no es significativa.

Finalmente, la combinación de resultados REBA e ISO 11.226 dan cuenta de que, aunque el puesto cuenta con elementos ergonómicos adecuados, persisten factores de riesgo musculoesquelético derivados principalmente de posturas mantenidas, rotación cervical sostenida y pronación extrema de antebrazos que debieran ser considerados en el proceso de calificación de enfermedades musculoesqueléticas para maquinistas.

INFORME DE EVALUACIÓN POSTURAL MAQUINISTA BUSCARRIL TALCA - CONSTITUCIÓN

Se analiza la tarea de conducción de tren Buscarril pasajeros en el trayecto entre las ciudades de Talca y Constitución.

Descripción de la tarea

La tarea de conducción se realiza en frente corto con el maquinista en posición sedente durante todo el trayecto de Talca a Constitución. El tiempo total de conducción en dicho trayecto es de 3 horas y 20 minutos.

Durante todo el tiempo que se realiza la tarea de conducción, se llevan a cabo principalmente 2 operaciones manuales de controles que se encuentran frente al asiento del maquinista y 2 operaciones realizadas con las extremidades inferiores:

- ▶ Control de velocidad del tren mediante accionamiento de pedal de aceleración con extremidad inferior derecha.

Esta operación se encuentra determinada por la detención y puesta en marcha en estaciones terminales e intermedias, disminución y aumento de velocidad por curvas puentes, túneles, cruces y alertas en la vía informadas por sistema de radio desde la central que controla la vía.

- ▶ Control de frenado del tren mediante accionamiento de control manual de frenado con extremidad inferior derecha (Ver Figura N° 16).

Este control es activado ante las mismas situaciones señaladas en la operación anterior.

- ▶ Activación del Claxon realizada con extremidad superior izquierda (Ver Figura N° 16).

El Claxon es activado ante las mismas situaciones señaladas en la operación de control de velocidad del tren.

- ▶ Activación del pedal del sistema de "hombre muerto" ubicado bajo el panel de controles.

El pedal se activa presionándolo siempre con el pie izquierdo cada 15 a 20 segundos.

Se registran 9 paradas en estaciones intermedias y 1 por cambio de vía, con una duración entre 30 segundos y 3.5 minutos, en las cuales el maquinista mantiene su posición sedente, sin operación manual de los controles, con excepción de una estación donde el tiempo de detención es de 10 minutos y el maquinista desciende del Buscarril.

En términos de atención visual, se mantiene la vista por la mayor parte del tiempo hacia adelante observando la vía férrea, alternándose con el control visual de la información entregada por una pantalla de visualización de datos (PVD) ubicada diagonalmente a la izquierda respecto de la posición de conducción e indicadores principalmente análogos ubicados en el plano vertical donde también se ubican los controles manuales (Ver Figura N°17).

Figura N° 16. Operaciones manuales

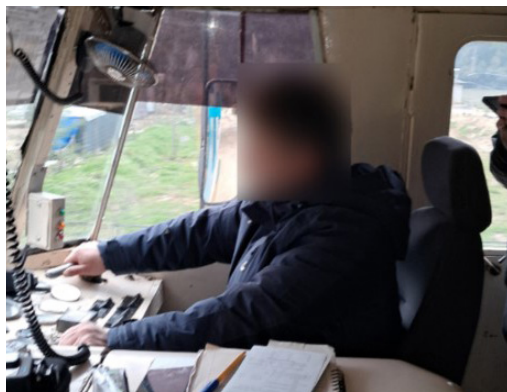


Figura N° 17. Disposición PVD e indicadores.



Dado que no cuenta con ayudante de maquinista, la comunicación con la central que controla la vía la realiza el mismo maquinista con equipo de radio ubicado al costado izquierdo de este.

Durante aproximadamente 1 hora de la jornada existen maniobras de giro, posicionamiento del tren, que no fueron observadas ni analizadas desde el punto de vista postural para el puesto de trabajo de maquinista.

Condiciones del equipo y el entorno

El tren de pasajeros es un equipo antiguo con algunos sistemas operando de forma sub-óptima reparados por la empresa, adulterando algunos aspectos de diseño, como las mangueras instaladas en parte del espacio destinado para el posicionamiento de las piernas del maquinista ubicado bajo el panel de controles, reduciendo el espacio y capacidad de movilidad de las extremidades inferiores (Ver Figura N°18).

En tanto, el diseño original del Buscarril también presenta problemas, existiendo restricción postural en el lado derecho del espacio destinado al maquinista, limitada por la misma estructura de la cabina.

Dada la falta de hermeticidad de la cabina, el maquinista manifiesta exponerse a condiciones de discomfort térmico por calor o frío dependiendo la estación del año, constituyendo este último un factor agravante asociado a trastornos musculoesqueléticos.

La línea férrea se encuentra condiciones aceptables, con algunas deformaciones en la linealidad de los rieles, sin observarse pendientes pronunciadas.

La butaca del maquinista no es regulable en altura, profundidad o inclinación, no cuenta con sistema de amortiguación. Además, su base no se encuentra afianzada a ninguna estructura fija, oscilando en múltiples direcciones con los movimientos del tren, desplazando constantemente el centro de masa del trabajador, quien intenta mantener una postura erguida de su espalda durante la tarea. No obstante, la butaca brinda apoyo lumbar y dorsal con asiento y respaldo acolchado (Ver Figura N°19).

Gran parte del recorrido observado fue diurno con mala visibilidad durante al menos un tercio del recorrido (Ver figura N°17), mejorando con el pasar del tiempo durante la mañana.

Figura N° 18. Espacio para las piernas.



Figura N° 19. Butaca maquinista.



Análisis Postural

Descripción de posturas adoptadas

- ▶ **Cuello:** Al momento de visualizar información desde PVD se observa giro de cuello hacia la izquierda, postura no mantenida por más de 4 segundos. Además, se observa giro hacia la derecha al observar espejo retrovisor por períodos menores a 4 segundos.
- ▶ **Piernas:** En posición sedente, existe flexión sostenida de ambas rodillas con fuerte restricción postural, manteniéndose durante gran parte de la tarea en flexión menor a 40°, con leve variación en la rodilla izquierda, pues el sistema de "hombre muerto" se activa presionando un pedal con el pie izquierdo.

Con el pie derecho sin apoyo del talón y el tobillo en flexión, presiona de manera sostenida y en un rango variable el pedal del acelerador. Dada las restricciones de espacio de la cabina, no fue posible observar el rango angular en el que se distribuye el movimiento del tobillo.

- ▶ **Tronco:** Se mantiene durante toda la tarea de conducción en postura asimétrica de tronco con lateralización hacia la izquierda producto de la restricción postural existente en el lado derecho del espacio destinado al maquinista, limitada por la misma estructura de la cabina y agudizada por la búsqueda de apoyo con el antebrazo izquierdo que debe realizar para compensar el equilibrio y mantener una postura erguida del tronco ante los movimientos oscilantes del tren, con un asiento suelto sin afianzamiento al piso (Ver Figura N°20). Además, se observa una leve flexión.

Figura N° 20. Lateralización de tronco.



- ▶ **Hombros:** Durante la operación de control de frenado realizada con la extremidad derecha, el hombro se mantiene en posición sostenida de flexión y leve abducción combinada en 60° y 19° de angulación respectivamente. Esta última, en atención a su angulación de referencia, no existe apoyo de la extremidad en la zona del brazo y antebrazo. Esta postura está fuertemente determinada por la limitación que ofrece la estructura del lado derecho de la cabina.

En tanto, durante la operación de accionamiento del claxon, de igual manera el hombro izquierdo se mantiene en posición sostenida de flexión y abducción combinada en ángulos de 40° y 54° respectivamente. Esta última, en atención a su ángulo de referencia, supone apoyo de la extremidad en la zona del antebrazo en la estructura lateral izquierda (cubierta de motor).

- ▶ **Codos:** Ambos codos se mantienen sostenidamente en flexión, en un ángulo de 31° para el codo derecho y 70° para el codo izquierdo.

Mientras la extremidad izquierda cuenta con apoyo en codo, antebrazo y mano, la extremidad derecha sólo se apoya en la mano que opera el control de frenado, todo el resto de los segmentos se mantienen sin apoyo.

- ▶ **Antebrazo y muñecas:** Durante la operación de control de frenado realizada con la extremidad derecha, el antebrazo se mantiene en pronación sostenida de hasta 90° con la mano agarrando la palanca de freno; la muñeca se mantiene en lateralización cubital en un ángulo de 24° con variación de esta en un rango no registrado en la observación, dependiendo de la acción de aumento o reducción la acción de frenado, sin flexión o extensión observable (Ver Figura N° 21).

El antebrazo izquierdo se mantiene sostenidamente en pronación de hasta 90° con la mano sobre el claxon y muñeca en lateralización cubital de 17° que varía levemente cuando el claxon es accionado (Ver Figura N° 22).

Figura N° 21. Extremidad derecha.



Figura N° 22. Extremidad Izquierda.



- **Manos y dedos:** Para la operación de frenado con la mano derecha se utiliza agarre palmar cilíndrico de manera sostenida con uso de fuerza débil a moderada (Ver Figura N° 21).

En tanto, para la operación del claxon con la mano izquierda, se utiliza agarre palmar tipo esférico, también sostenido, con uso de fuerza débil.

La posición sostenida señalada para los distintos segmentos de ambas extremidades superiores puede extenderse por hasta 32 minutos con leves variaciones de postura. Sólo durante las detenciones no existe operación manual de control de freno y claxon, pausando el trabajo de ambas extremidades distales, con mantención de la posición sostenida descrita para hombros, codos y extremidades inferiores.

RESULTADOS DEL MÉTODO R.E.B.A.

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco de ambos lados del cuerpo.

- Para el segmento cuello se obtuvo una puntuación de 2, dada por una flexión menor a 20° y la torsión hacia la izquierda y derecha para observar las PVD y espejo retrovisor, respectivamente.
- En cuanto a ambas piernas, se obtuvo un puntaje de 3 por la posición sentada inestable, causada por las condiciones de la butaca, además de encontrarse ambas rodillas en flexión entre 30° y 60°.

- ▶ El segmento tronco obtuvo una puntuación de 3, por observarse flexión menor a 20° con inclinación lateral hacia la izquierda.
- ▶ El factor Carga/Fuerza fue evaluado con el puntaje mínimo igual a 0.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 6.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad derecha.

- ▶ El segmento antebrazo obtuvo un puntaje de 2 por accionar en una angulación menor a 60°.
- ▶ La muñeca derecha obtuvo un puntaje de 2 por posicionarse sin flexión, pero con el antebrazo en pronación y lateralización cubital de la muñeca.
- ▶ El brazo derecho se ubica en el rango de postura flexionada entre 45° y 90°, con abducción combinada, obteniendo un puntaje de 4.
- ▶ En cuanto al agarre del control de frenado, se obtuvo el menor puntaje igual a 0, por consistir en buen agarre palmar cilíndrico con uso de la fuerza débil a moderado.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 6.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad izquierda.

- ▶ El segmento antebrazo obtuvo un puntaje de 1 por accionar en un rango articular entre 60° y 100°.
- ▶ La muñeca izquierda obtuvo un puntaje de 2 por adopción de postura con torsión, incidida por el antebrazo en pronación y además con lateralización cubital.
- ▶ El brazo izquierdo se ubica en el rango de postura flexionada entre 20° y 45°, con abducción combinada, pero con apoyo en el antebrazo, obteniendo un puntaje de 2.
- ▶ En cuanto al agarre del claxon, se obtuvo el menor puntaje igual a 1, por consistir en un buen agarre palmar esférico con uso de fuerza percibido como débil.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 2.

La ponderación total para los segmentos corporales del lado derecho resultó con un valor 9, considerando que varios de estos segmentos permanecen en postura estáticas como factor agravante. Misma situación ocurre para los segmentos corporales del lado izquierdo, que resultó en un valor de 7. **Estos resultados fijan el lado derecho del cuerpo en un nivel de acción "Necesario Pronto" y el lado izquierdo del cuerpo en un nivel de acción "Necesario".**

RESULTADOS DEL MÉTODO ISO 11.226.

Postura de tronco.

Se observa asimetría de tronco categorizada como característica postural "No recomendada", determinada mayormente por la relación entre las condiciones de la butaca, posición de los pedales, restricción del espacio para ubicación de las piernas y posición de controles manuales, como se describió anteriormente.

En tanto, las otras características posturales evaluadas para este segmento se presentan en condiciones aceptables, por flexión menor a 20° respecto de la postura de referencia y posición sedente con postura convexa de la columna lumbar.

Postura de cabeza.

Las características posturales de inclinación y flexión se presentan en condiciones aceptables, ambas con angulaciones menores a 25° respecto de la postura de referencia.

En tanto, se presenta asimetría de cuello dada la rotación axial hacia la izquierda al observar PVD y hacia la derecha para observar el espejo retrovisor, resultando en una condición “No recomendada”.

Posturas de hombro y brazo.

Se presenta postura forzada “No recomendada” sólo para el brazo derecho.

Tanto en hombros y brazos de ambos lados del cuerpo (derecho e izquierdo), se presentan las características posturales de elevación de brazo y hombro levantado en condiciones aceptables por elevación de brazo derecho por debajo de los 20° y de brazo izquierdo en un rango articular entre 20° y 60°, pero con apoyo del codo y antebrazo que disminuye significativamente la carga biomecánica del hombro y sin hombros elevados.

Posturas de codos, antebrazos y muñecas.

Para segmentos de ambos lados del cuerpo, las características posturales se presentan todas en condiciones aceptables, sin flexión extrema de codo (ángulo resultante menor a 150°), prono/supinación de antebrazo o postura extrema de muñeca (lateralización cubital menor a 30°).

Para segmentos de ambos lados del cuerpo, las características posturales de flexión extrema de codo y postura extrema de muñeca (lateralización cubital), se presentan en condiciones aceptables por ángulos resultantes menores a 150° y 30°, respectivamente. No obstante, se presenta pronación extrema (90°) de ambos antebrazos, catalogada como una condición “No recomendada”.

Posturas de extremidad inferior.

Se presenta característica postural “No recomendada” para ambas rodillas por flexión menor a los 90°, llegando a un ángulo extremo de 40°.

Dada la escasa posibilidad de registro fotográfico detallado de posturas asociadas a ambos tobillos, no fue posible evaluar dicho segmento con el Método ISO 11.226.

CONCLUSIONES DEL INFORME

La tarea de conducción en el Buscarril expone al maquinista a posturas sostenidas riesgosas con restricciones significativas para los segmentos de tronco y extremidades inferiores, debido a limitaciones estructurales del equipo, diseño antiguo y modificado de la cabina, entre otras condiciones sub-óptimas del entorno físico.

El diseño y condición del asiento constituye uno de los determinantes centrales de la carga musculoesquelética del maquinista. La butaca del Buscarril carece de regulación, no está afianzada al piso, oscila con los movimientos del tren y obliga al trabajador a activar compensaciones continuas para mantener equilibrio y postura erguida. Este aspecto influye simultáneamente en tronco, cuello y extremidades inferiores.

La postura del tronco presenta asimetría sostenida, determinada por la estructura de la cabina, la falta de regulación del asiento y la necesidad de compensar la inestabilidad de la butaca. La combinación de lateralización de tronco, flexión leve y oscilaciones constantes debidas al asiento no afianzado genera un escenario que favorece la aparición de trastornos musculoesqueléticos lumbares, por lo cual es recomendable la identificación de asimetrías de tronco, especialmente cuando son impuestas por el diseño del puesto e involucran compensaciones biomecánicas sostenidas.

Las extremidades inferiores presentan condiciones posturales particularmente desfavorables, dadas principalmente por el espacio reducido ante la presencia de obstáculos (mangueras, estructura de cabina). La postura de rodillas en flexión menor a 40° y la imposibilidad de apoyar el pie derecho durante la operación del acelerador constituyen condiciones “No recomendadas” según ISO 11.226, por lo que es recomendable considerar en la evaluación de riesgo las angulaciones extremas de rodilla y limitaciones de espacio funcional, elementos especialmente relevantes en maquinaria antigua.

El cuello presenta rotaciones repetidas hacia ambos lados, aunque de corta duración, para observar tanto la pantalla de visualización de datos como los espejos retrovisores. Dado que ISO 11.226 clasifica estas rotaciones como “No recomendadas” cuando se presentan de forma reiterada o sostenida, se debe consignar en la evaluación de riesgo los requerimientos visuales asociados a rotaciones cervicales, dado que los dispositivos de información en cabinas antiguas suelen estar ubicados en posiciones no alineadas con el campo visual primario.

Las extremidades superiores presentan demandas asimétricas y condiciones de agarre que combinan fuerza débil a moderada con posturas forzadas, especialmente en el lado derecho, donde el control de frenado requiere flexión de hombro cercana a 60°, abducción, pronación extrema y desviación cubital de muñeca. Estas condiciones resultaron en puntuaciones elevadas en REBA (9 para lado derecho) y se clasificaron como “No recomendadas” en ISO 11.226. Por ello, la evaluación de riesgo debe considerar la identificación de posturas de hombro ante restricciones estructurales, así como posturas extremas de antebrazo y muñeca en operaciones manuales.

Los resultados combinados de REBA e ISO 11.226 muestran que existen múltiples factores de riesgo en niveles que requieren intervención, especialmente en tronco, extremidad superior derecha y extremidades inferiores. Estos niveles de riesgo son atribuibles principalmente a restricciones de espacio, diseño desactualizado del puesto, dispositivos de control mal ubicados y asiento deficiente.

El conjunto de elementos analizados indica que la evaluación del puesto de maquinista del Buscarril en el contexto de calificación de enfermedades musculoesqueléticas, no puede limitarse a analizar sólo amplitudes angulares, sino que debe integrar:

- ▶ Condición y estabilidad del asiento,
- ▶ Restricciones de espacio,
- ▶ Demanda visual y su alineación,
- ▶ Asimetría postural, y
- ▶ Duración de la postura estática.

INFORME DE EVALUACIÓN POSTURAL MAQUINISTA TREN DE PASAJEROS SERVICIO ALAMEDA - RANCAGUA

Se analiza la tarea de conducción de tren de pasajeros en el trayecto entre las ciudades de Santiago (Alameda) y Rancagua.

Descripción de la tarea

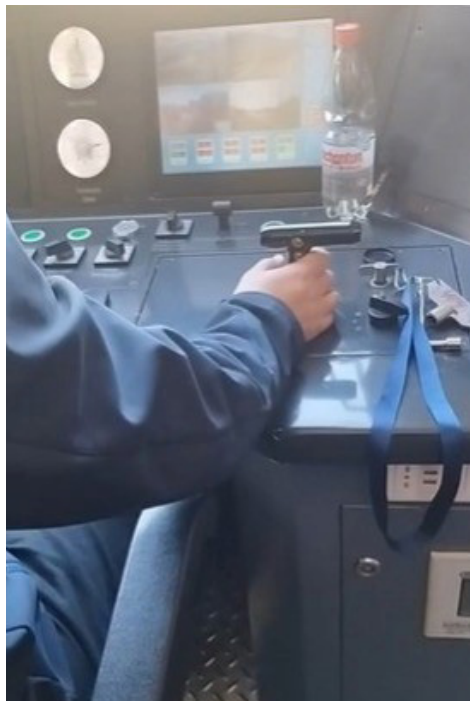
La tarea de conducción se realiza en frente corto con el maquinista en posición sedente que requiere un alto nivel de vigilancia cognitiva (atención sostenida), combina la monitorización visual continua con la ejecución manual de controles precisos. El tiempo total de conducción en dicho trayecto fue de 1 hora y 10 minutos.

Se registran detenciones en 9 estaciones intermedias y en estaciones terminales, las que tienen una duración entre 30 y 60 segundos, en el caso de las primeras, y superior a 1 minuto en el caso de las segundas. En estas detenciones el maquinista mantiene su posición sedente, sin operación manual de los controles.

La operación se concentra en tres acciones principales que requieren coordinación sensorio-motora:

Control manual (mano derecha): El trabajador mantiene la mano derecha sobre un mando lateral. Esta acción requiere sensibilidad táctil y ajustes finos, manteniendo el brazo en una posición semiestática de alcance. Lo anterior, se evidencia en la operación del Control de velocidad (Ver Figura N°23).

Figura N° 23. Operación palanca de control de velocidad



En la operación de Claxon, existe una ejecución bimanual – extremidad derecha o izquierda según necesidad – ante alertas de la vía, cruces o instrucciones recibidas por la Central de Control de Vía (Ver Figura N°24 y N°25).

Figura N°24.
Operación Claxon extremidad derecha

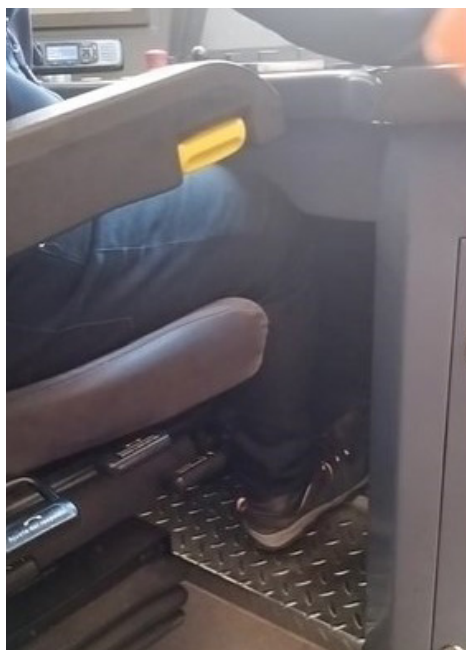


Figura N°25.
Operación Claxon extremidad izquierda



Operación de pedal de hombre muerto: El pedal del hombre muerto es un sistema de seguridad que obliga al maquinista a interactuar continuamente con él (pisándolo y soltándolo en una secuencia) para confirmar que está consciente y alerta; si no se cumplen los ciclos (pisa 30 segundos, suelta 3 segundos, etc.), el tren activa las alarmas y finalmente, el frenado de emergencia para prevenir accidentes por desvanecimientos o incapacidad del conductor (Ver Figura N°26).

Figura N°26. Operación pedal hombre muerto



Monitoreo Visual (cabeza y cuello). El conductor mantiene la atención dividida entre:

El entorno exterior (vía, señales, obstáculos) a través de ventana y la interfaz hombre-máquina, constituida por las pantallas digitales y manómetros analógicos del panel frontal.

En efecto, la mayor parte del tiempo, el maquinista está pendiente de las vías férreas y lo que ocurra en su entorno. Para ello adopta una postura de inclinación hacia adelante para poder visualizar correctamente la ruta, alternándose con el control visual de las pantallas de visualización de datos (PVD) (Ver Figura N°27).

Figura N°27. Visualización vía férrea



Condiciones del equipo y el entorno

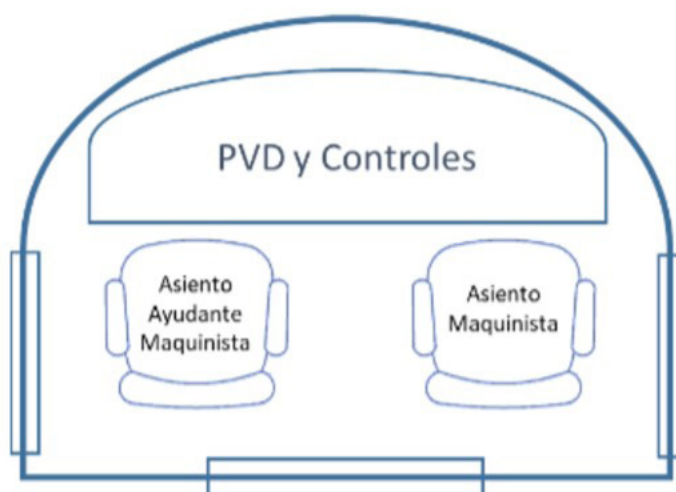
El tren evaluado corresponde a automotor de propulsión eléctrica, año 2022, utilizado en el servicio Rancagua - Estación Central, con capacidad de alcanzar velocidades de hasta 140 km/hr.

La cabina de conducción presenta frente corto, con controles dispuestos de manera frontal y perpendicular al asiento del maquinista. El asiento es regulable en altura, profundidad e inclinación, acolchado y con apoyo lumbar y dorsal disponible.

Durante la evaluación, se identificaron las siguientes condiciones ambientales y de entorno:

- ▶ Presencia de ruido operacional.
- ▶ Visibilidad reducida debido a la lluvia.
- ▶ Si bien cuenta con apoyo lumbar y dorsal, no lo utiliza.
- ▶ Espacio reducido en la cabina. El tablero de controles posee poco espacio para posicionar las piernas, causando incomodidad y postura forzada, pues las piernas colisionan con la superficie del tablero.

Figura N°28. Lay-Out cabina de tren



RESULTADOS DEL MÉTODO R.E.B.A.

Se evalúan las posturas de la tarea de conducción de locomotora (Ver Figuras N°s 26 y 27), se considera el lado derecho que está sometido a una mayor carga postural.

Grupo A: Análisis de tronco, cuello y piernas

- ▶ El segmento tronco obtuvo una puntuación de 3. El maquinista no apoya su espalda en el respaldo del asiento, se observa que adopta una postura en inclinación hacia adelante, con flexión en rango de 20° a 60°, para visualizar las condiciones del entorno y alcanzar el comando frontal con su brazo derecho.
- ▶ El segmento cuello obtuvo una puntuación de 2. El maquinista adelanta la cabeza para enfocar su mirada hacia las pantallas inferiores y los controles del panel. Presenta una flexión mayor a 20°. No se aprecia torsión o inclinación lateral.
- ▶ En cuanto a las piernas se obtuvo un puntaje de 2. El maquinista está en posición sedente, con las piernas flexionadas y los pies retrasados sin un apoyo estable.
- ▶ El factor Carga/Fuerza fue evaluado con un puntaje igual a 0.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 5.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad derecha.

- ▶ El segmento brazo obtuvo una puntuación de 3. El brazo presenta una flexión antepulsión de entre 20° y 45° y está en abducción.
- ▶ El segmento antebrazo obtuvo una puntuación de 1, dado que presenta una flexión en rango de 60° a 100°.

- El segmento muñeca obtuvo una puntuación de 1. La muñeca se encuentra en flexión en el rango de 0° a 15°. No se observa torsión o desviación lateral.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 3.

RESULTADO Y NIVEL DE ACCIÓN:

Intersección de la Tabla C (Grupo A = 5 y Grupo B = 3), puntuación C = 4. Se añade 1 punto porque la postura es estática (mantenida por más de un minuto sin apoyar la espalda).

Puntuación REBA final: 5, nivel de riesgo medio. Lo anterior, significa que es necesaria la actuación.

RESULTADOS DEL MÉTODO ISO 11.226

Objetivo

Evaluar los factores de riesgo biomecánico asociados a la carga postural estática del trabajador identificado en la imagen, determinando la aceptabilidad de los ángulos articulares y el mantenimiento de la postura según los algoritmos de la Norma ISO 11.226.

Postura de la tarea de conducción de la locomotora (Ver Figura N°27)

Postura de tronco.

Postura en inclinación de entre 20° y 60°, sin soporte completo de tronco, mantenida de manera prolongada, y cuando la columna se encuentra convexa en postura sedente, la norma clasifica esta postura como "No recomendada".

Postura de cabeza y cuello.

La cabeza presenta una flexión anterior pronunciada en ángulo mayor a 25° para fijar la mirada en el panel de control inferior y pantallas. La norma clasifica dicha postura como "No recomendada".

Postura extremidades superior derecha.

- **Brazo:** Un ángulo de elevación del brazo entre 20° y 60° se clasifica inicialmente como "Aceptable con condiciones". Sin embargo, si se considera que el tiempo de mantenimiento de dicha postura supera el tiempo máximo de mantenimiento aceptable, esta se clasifica como "No recomendada".
- **Antebrazo:** Se observa pronación que se encuentra en límite de los rangos de movimiento de las articulaciones (90°). La norma evalúa esta postura como "No recomendada".
- **Muñeca:** Se observa que, al mantener el dorso de la mano de forma casi horizontal respecto al antebrazo, la flexión o extensión es mínima y se sitúa en rango neutro de 0° a 15°. No se aprecia una desviación cubital significativa. Dicha postura según la norma se evalúa como "Aceptable".

Postura extremidades inferiores.

El maquinista presenta una flexión de rodilla pronunciada (un ángulo cerrado menor a 90° entre el muslo y la pierna), además mantiene el pie retraído bajo el asiento. La norma evalúa esta condición como una postura “No recomendada”.

El tobillo se encuentra con una flexión plantar moderada estimada entre 10° y 15°. La norma establece como límite de rango de movimiento articular 20° de dorsoflexión y 50° de flexión Plantar. Por lo que esta postura se evalúa como “Aceptable”.

CONCLUSIONES DEL INFORME

La integración de las evaluaciones bajo la norma ISO 11.226 y el método R.E.B.A evidencia la existencia de un riesgo biomecánico, determinado por la adopción de posturas forzadas y su mantención en el tiempo sin posibilidad de alternancia funcional. Al contrastar ambas herramientas metodológicas, se observa concordancia en los resultados obtenidos, validando la necesidad de una intervención ergonómica. Los hallazgos de ambos métodos ratifican una afectación directa y simultánea sobre el sistema musculoesquelético del trabajador, impactando tanto el eje axial como las extremidades superiores e inferiores.

La carga física se ve agravada por factores de estrés cognitivo y atención que conllevan a una tensión permanente del operador:

- ▶ **Alerta permanente:** Estado de alerta constante por condiciones del tráfico, paradas, comunicación con el ayudante de maquinista.
- ▶ **Consecuencia:** El estado de alerta permanente se traduce en un aumento del tono muscular (tensión) en el cuerpo (principalmente cuello y hombros), lo que intensifica la carga postural estática y el riesgo de fatiga.

c) Conclusiones de los análisis ergonómicos de maquinistas de trenes de pasajeros

ANÁLISIS CONJUNTO DE RESULTADOS SEGÚN MÉTODO REBA

El análisis comparado de los tres puestos de maquinista evaluados mediante el Método REBA muestra de forma consistente niveles de riesgo que requieren intervención, situándose los puntajes globales en rangos Medio, Medio Alto y Necesario/Necesario Pronto, dependiendo del modelo de tren y del diseño específico del puesto de trabajo.

De manera transversal, los segmentos corporales más comprometidos corresponden a tronco, cuello y extremidades superiores, particularmente del lado derecho, asociado a la tarea principal del manejo de los controles de conducción. En los tres casos, los puntajes REBA se ven incrementados no por la magnitud de la fuerza aplicada - que se mantiene baja o moderada - sino por la combinación de posturas mantenidas, ausencia o subutilización de apoyos, asimetrías funcionales y carácter estático de la tarea.

El Método REBA identifica como factores de riesgo postural comunes lo siguiente:

- ▶ **Flexión sostenida de tronco**, en ocasiones sin apoyo dorsal efectivo.
- ▶ **Posturas de alcance mantenido del hombro derecho**, con flexión y/o abducción.
- ▶ **Pronación de antebrazo y desviaciones de muñeca asociadas a palancas**, joysticks o controles laterales.
- ▶ **Posturas estáticas mantenidas por períodos prolongados (entre 30 y 50 minutos)**, que elevan el nivel de acción, aun cuando los ángulos articulares individuales no sean extremos.

En este contexto, el método REBA evidencia que el puesto de maquinista de tren de pasajeros presenta una carga acumulativa relevante, que justifica la necesidad de intervenciones correctivas y preventivas, especialmente orientadas a la reducción de posturas mantenidas, mejora del soporte corporal y ajuste funcional del puesto de trabajo.

ANÁLISIS CONJUNTO DE RESULTADOS SEGÚN NORMA ISO 11.226

La aplicación de la Norma ISO 11.226 en los tres puestos evaluados evidencia un patrón reiterado de incumplimientos parciales o totales, respecto de los criterios de aceptabilidad para posturas de trabajo estáticas, aun en contextos donde el equipamiento es moderno e incorpora elementos ergonómicos.

En los tres análisis se identifican condiciones “No Recomendadas”, destacando como elementos críticos lo siguiente:

- ▶ **Rotaciones axiales del cuello**, asociadas a la ubicación de pantallas, indicadores y espejos retrovisores fuera del campo visual primario.
- ▶ **Flexión de tronco sin soporte completo**, particularmente en situaciones de vigilancia visual intensificada o por hábitos posturales consolidados.
- ▶ **Pronación extrema del antebrazo**, especialmente en extremidades superiores que operan controles manuales de forma sostenida.
- ▶ **Asimetrías posturales impuestas por el diseño del puesto de trabajo o por restricciones estructurales**, más evidentes en el equipo móvil antiguo (Buscarril).

La Norma ISO 11.226 confirma que, conforme al principio del “eslabón más débil”, la presencia de una sola postura crítica sostenida es suficiente para clasificar el puesto como No recomendado, aun cuando otros segmentos corporales se mantengan dentro de rangos aceptables. Asimismo, los resultados destacan la importancia del soporte corporal efectivo (respaldo, apoyabrazos, estabilidad del asiento) como condición indispensable para la aceptabilidad de posturas con flexiones moderadas mantenidas en el tiempo.

En síntesis, la Norma ISO 11.226 demuestra que los puestos evaluados no cumplen plenamente con los criterios de aceptabilidad biomecánica, principalmente por la combinación de posturas estáticas, rotaciones cervicales y falta de soporte continuo.

CONCLUSIÓN INTEGRATIVA DE MÉTODO REBA Y NORMA ISO 11.226

La integración de los resultados obtenidos mediante los métodos REBA e ISO 11.226 permite concluir de manera consistente que el puesto de trabajo de maquinista de trenes de pasajeros presenta un patrón ergonómico común de riesgo musculoesquelético, independiente del tipo de locomotora, antigüedad del tren o duración del trayecto.

Ambos métodos convergen en identificar que el factor crítico principal no es la carga física ni la fuerza aplicada, sino la exposición prolongada a posturas estáticas, la asimetría funcional, la rotación cervical reiterada y la inadecuada interacción entre el trabajador y el diseño real del puesto, más que el diseño teórico del equipamiento.

Mientras REBA evidencia niveles de riesgo que requieren acción por la combinación de posturas mantenidas y uso repetido de segmentos corporales, la Norma ISO 11.226 refuerza que dichas posturas no son aceptables desde el punto de vista del trabajo estático, especialmente cuando no existe soporte corporal suficiente o cuando se sobrepasan rangos articulares funcionales por tiempo prolongado.

En conjunto, los tres análisis demuestran que:

- ▶ La dimensión temporal (duración y frecuencia de la postura) es determinante en la carga biomecánica.
- ▶ La asimetría postural y las demandas diferenciadas por lado del cuerpo deben ser evaluadas de manera específica.
- ▶ El diseño del asiento, la disposición de controles y la alineación visual son elementos estructurales clave en la génesis del riesgo.
- ▶ La evaluación ergonómica del puesto de maquinista no puede limitarse a rangos angulares aislados, sino que debe integrar soporte, estabilidad, restricciones espaciales y exigencias visuales.

Por lo tanto, los resultados integrados respaldan técnicamente que el puesto de maquinista de trenes de pasajeros presenta condiciones ergonómicas que pueden contribuir al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos.

d) Análisis ergonómico de maquinistas de trenes de carga

INFORME DE EVALUACIÓN POSTURAL MAQUINISTA LOCOMOTORA DIÉSEL - ELÉCTRICA EMD

Se analiza la tarea de conducción de locomotora diésel - eléctrica con carga de ácido sulfúrico en el trayecto Los Lirios (VI Región) - Terquim (San Antonio, V Región).

Descripción de la tarea

La tarea de conducción se realiza en frente largo, con el maquinista en posición sedente durante todo el trayecto, con el cuello girado hacia la izquierda la mayor parte del tiempo, para poder visualizar la vía férrea a través de una ventana de reducido tamaño, pues la posición del asiento y panel de controles se encuentran en perpendicular al plano de visión requerido para la conducción, incluso algunos controles, como el de aceleración, se encuentran en el plano diagonal contrario al plano de visión requerido para la tarea.

El campo visual está reducido por el largo de la locomotora, pudiendo observar solo parte de la vía férrea, problema que se agudiza en las curvas (Ver Figuras N° 28, 29 y 32).

Sobre el panel de controles que opera el maquinista existe una pantalla conectada a una cámara, situada en la parte frontal de la locomotora que proyecta la línea férrea. Sin embargo, ésta presenta serias dificultades, al reducir notablemente el campo visual primario que debiera tener el maquinista en dirección del sentido de conducción, además posee un retraso temporal entre la situación de la vía férrea en tiempo real y la imagen proyectada, lo que impide al maquinista reaccionar oportunamente ante las distintas eventualidades conocidas o no conocidas (cruces, curvas, puentes, cambios de vía, trabajos de reparación o mantención de la vía, personas, animales u objetos en la vía que requieran detención de emergencia, etc.).

En ocasiones, alterna la atención visual con los paneles de información, en su mayoría análogos, situados en el panel de controles de la locomotora.

El tiempo total de conducción en dicho trayecto es de 4 horas y 20 minutos.

Durante el tiempo en que se realiza la tarea de conducción, se llevan a cabo principalmente 4 operaciones manuales de controles:

- ▶ Control de velocidad del tren mediante accionamiento de control de aceleración con extremidad superior derecha (Ver Figura N° 30).
- ▶ Control de frenado del tren mediante accionamiento de control manual de frenado neumático con extremidad superior izquierda (Ver Figura N° 31).
- ▶ Control de frenado del tren mediante accionamiento de control manual de frenado dinámico (eléctrico) con extremidad superior izquierda.

Al inicio del recorrido, la locomotora sufre desperfecto eléctrico que deja fuera de operación este sistema de frenado, haciendo que el maquinista deba utilizar sólo el control de frenado neumático (con mayor frecuencia), por lo que no fue posible observar este sistema de frenado.

- ▶ Activación del Claxon realizada principalmente con la extremidad superior derecha (Ver Figura N° 29) y, ocasionalmente, con la extremidad superior izquierda.

Todas estas operaciones se encuentran determinadas por la puesta en marcha y detención en estaciones terminales, cambios de vía, disminución y aumento de velocidad por tránsito a través de zonas urbanas por donde pasa la vía, curvas puentes, túneles, cruces, pendientes y alertas en la vía informadas por el ayudante de maquinista, provenientes de la central que controla la vía.

Se registran sólo 2 detenciones por cambios de vía, con una duración promedio de 5 minutos, en las cuales el maquinista mantiene su posición sedente y la operación manual de los controles.

Durante aproximadamente media hora de la jornada existen maniobras de giro posicionamiento del tren en la estación terminal que no fueron observadas ni analizadas desde el punto de vista postural para el puesto de trabajo de maquinista.

Condiciones del equipo y el entorno:

El tren de carga es un equipo antiguo que genera exposición a vibraciones. Durante el recorrido, presenta desperfecto eléctrico que el maquinista debe compensar con uso diferenciado de los controles de frenado operativos.

**Figura N° 28. Campo visual del
Maquinista en frente largo**



**Figura N° 29. Postura de conducción.
Vista general**



Figura N° 30. Control de aceleración.



Figura N° 31. Frenado neumático

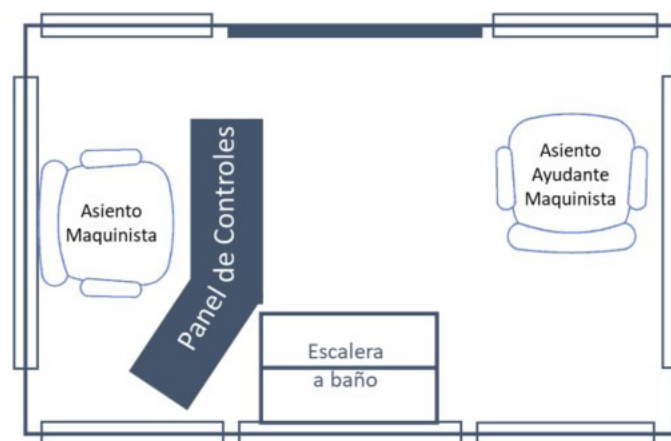


La butaca del maquinista presenta dificultades en su regulación para adaptarse a la antropometría de este, en interacción con los controles que debe operar. Además, se encuentra levemente inclinada hacia adelante, haciendo que deba apoyarse con mayor fuerza en los pies para no resbalarse del asiento. No obstante, cuenta con apoyabrazos que es utilizado principalmente en la operación de control de velocidad con la extremidad superior derecha, a diferencia del apoyabrazos izquierdo, que no es utilizado por representar un obstáculo en la posición que debe adoptar la extremidad izquierda para operar la palanca inferior del sistema de freno neumático.

Gran parte del recorrido observado fue nocturno con buena visibilidad. Sin embargo, la visibilidad se ve reducida en muchas ocasiones por la niebla diurna, logrando ver sólo 3 metros por delante del frente de la locomotora en frente largo.

Dada la falta de hermeticidad de la cabina, tanto el maquinista como el ayudante de maquinista manifiestan exponerse a condiciones de discomfort térmico por calor o frío dependiendo la estación del año, constituyendo este último un factor agravante asociado a trastornos musculoesqueléticos. Además, favorece el ingreso de ruido a la cabina.

Figura N° 32. Lay-out cabina locomotora EMD.



ANÁLISIS POSTURAL

Descripción de posturas adoptadas

► Cuello:

Se observa postura sostenida de cuello con giro a la izquierda durante la mayor parte del tiempo de desarrollo de la tarea. Esta postura es adoptada para poder visualizar, a través de una ventana de reducido tamaño, la vía férrea en el sentido de la conducción, pues la posición del asiento y panel de controles se encuentran en perpendicular al plano de visión requerido para la conducción en frente largo, incluso algunos controles, como el de aceleración, se encuentran en el plano diagonal contrario al plano de visión requerido para la tarea.

El riesgo postural para este segmento se ve agudizado dependiendo del uso de controles con la extremidad derecha, extremando la angulación en el giro del cuello cuando debe operar el control de aceleración que se encuentra a mayor distancia dentro de la zona de alcance manual, manteniendo la visión en dirección del sentido de la conducción en frente largo (Ver Figura N° 33), respecto de la operación de activación del claxon, que presenta de base un riesgo significativo para el segmento cuello (Ver Figura N° 29).

Figura N° 33. Giro cuello en desaceleración.



► **Tronco:**

Se mantiene durante toda la tarea de conducción en postura erguida, sin flexión observable, con apoyo lumbar y dorsal en asiento y respaldo, presumiblemente por la presión contra la butaca que debe ejercer sostenidamente utilizando como soporte constante sus extremidades inferiores, al percibir resbalarse de esta, debido a la leve inclinación del asiento hacia adelante.

Se presenta asimetría lateral con tronco inclinado a la izquierda y giro del mismo a modo de compensación postural cuando se mantiene por períodos considerables de tiempo en operación de desaceleración con brazo derecho en extensión y abducción combinadas con requerimientos visuales en plano contrapuesto a la operación manual (Ver Figura N° 35).

► **Hombros:**

Durante la operación de control de aceleración realizada con la extremidad derecha, el hombro se mantiene en posición de abducción y extensión combinada llegando a angulaciones extremas de 64° en el caso de la abducción y 23° de extensión, respecto de los ángulos posturales de referencia. La operación, en esta combinación postural extrema, se mantiene por hasta 7 minutos y está fuertemente determinada por la conducción en frente largo (Ver Figuras N° 34 y 35).

La otra operación realizada con la extremidad derecha es la activación del claxon con el hombro en flexión y abducción de hasta 92° y 24°, respectivamente, sostenida entre 1 a 2 minutos, dependiendo si el tramo de la vía es en zona urbana o rural (Ver Figura N° 29).

Figura N° 34. Control de aceleración 1.



Figura N° 35. Control de aceleración 2.



En tanto, durante la operación de control del freno neumático realizada con la extremidad izquierda en períodos que duran aproximadamente 2 minutos, el hombro adopta postura en flexión y abducción combinada y sostenida de 62° y 47° respectivamente, este último valor, respecto de la angulación de referencia en postura neutral del maquinista. No existe apoyo de ningún segmento de la extremidad superior izquierda.

Ocasionalmente, cuando la conducción requiere control combinado de acelerador y claxon, este último es activado con la extremidad superior izquierda con el hombro en postura combinada de flexión en 110° aproximadamente y aducción en 33° aproximadamente. Ver Figura N° 36.

Figura N° 36. Activación claxon con extremidad izquierda



► **Codos:**

El codo derecho se mantiene siempre en flexión, llegando a un ángulo sobre los 100° en la operación de control de velocidad por hasta 7 minutos y 70° en la operación de activación de claxon por hasta 2 minutos. En ambas situaciones sin apoyo del antebrazo (Ver Figuras N° 29, 34 y 35).

En cuanto a la operación de control de frenado neumático y activación ocasional de claxon realizadas con la extremidad superior izquierda, no se observa flexión o rotación lateral de codo.

► **Antebrazo y muñecas:**

Durante la operación de control de velocidad realizada con la extremidad derecha, el antebrazo alterna en posición de pronación sostenida de hasta 90° y supinación de hasta 45°, dependiendo del agarre de la palanca del acelerador. En pronación existe postura combinada con extensión de muñeca, la cual llega a un rango articular de hasta 18° (Ver Figuras N° 40 y 41).

Para la operación de activación de claxon realizada tanto con la extremidad superior derecha (Ver Figura N° 29) como izquierda (Ver Figura N° 36), no se observan posturas de pronación, supinación de antebrazo, flexión, extensión o lateralización de la muñeca.

Sin perjuicio de lo anterior, durante la operación de frenado neumático, el antebrazo izquierdo se mantiene sostenidamente en pronación de hasta 90° con la mano agarrando la palanca de freno y muñeca en lateralización cubital de hasta 22°.

► **Manos y dedos:**

Para la operación de control de velocidad realizada con la mano derecha y la operación de activación de claxon realizada con la mano derecha y ocasionalmente con la izquierda, se utiliza agarre palmar cilíndrico de manera sostenida sin apoyo del antebrazo con uso de fuerza moderada. Específicamente en la operación de control de velocidad existe alternancia de agarre palmar cilíndrico en pronación y agarre de pinza en supinación de la palanca del acelerador (Ver Figuras N° 40 y 41).

La operación de la palanca de frenado neumático con la mano izquierda se realiza principalmente con agarre palmar cilíndrico sostenido con uso de fuerza moderada, alternando eventualmente con empuje de la palanca con el dedo índice con uso de fuerza moderado + (Borg = 4). La operación dura alrededor de 2 minutos continuos cada vez que sucede (Ver Figuras N° 42 y 43).

Figura N° 40. Agarre acelerador en pronación



Figura N° 41. Agarre acelerador en supinación



Figura N° 42. Agarre palmar freno.



Figura N° 43. Empuje palanca freno con dedo.



Se observa que el maquinista constantemente debe adoptar posturas compensatorias ante la fatiga producida por las posturas forzadas y sostenidas descritas, lo que evidencia una significativa carga biomecánica combinada para los distintos segmentos corporales analizados.

Dadas las limitaciones de espacio al interior de la cabina durante la observación, no fue posible registrar imágenes de extremidades inferiores durante el desarrollo de la tarea, no siendo evaluado dicho segmento.

RESULTADOS DEL MÉTODO R.E.B.A.

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco de ambos lados del cuerpo.

- ▶ Para el segmento cuello se obtuvo una puntuación de 2 dada por una flexión menor a 20° y la torsión hacia la izquierda para observar la vía férrea conduciendo en frente largo.
- ▶ En cuanto a ambas piernas, se obtuvo un puntaje de 2 por la postura inestable de soporte del peso del cuerpo sentado e inclinado hacia adelante por la condición del asiento.
- ▶ El segmento tronco obtuvo una puntuación de 2 por observarse torsión e inclinación lateral en postura erguida, dado el problema de contraposición entre los planos de requerimiento visual de la vía y panel de controles para las distintas operaciones.
- ▶ El factor Carga/Fuerza fue evaluado con el puntaje mínimo igual a 0.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 4.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad derecha.

- ▶ El segmento antebrazo obtuvo un puntaje de 2 por accionar en una angulación mayor a 100°.
- ▶ La muñeca derecha obtuvo un puntaje de 2 dada la extensión mayor a 15° y el antebrazo con prono-supinación alternada.
- ▶ El brazo derecho presenta flexión mayor a 90° con abducción combinada, obteniendo un puntaje de 5.
- ▶ En cuanto al agarre del control de frenado, se obtuvo un puntaje de 2, por la presencia de agarre en pinza con supinación.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 10.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad izquierda.

- ▶ El segmento antebrazo obtuvo un puntaje de 2 por accionar en un ángulo menor a 60°.
- ▶ La muñeca izquierda obtuvo un puntaje de 2 por adopción de postura con torsión, incidida por el antebrazo en pronación y además con lateralización cubital.

- ▶ El brazo izquierdo se ubica en el rango de postura flexionada entre 45° y 90° con abducción combinada sin apoyo, obteniendo un puntaje de 3.
- ▶ En cuanto al agarre del freno neumático, se obtuvo un puntaje de 3 dada la falta de agarre manual cuando se empuja el freno neumático con el dedo índice.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 8.

La ponderación total para los segmentos corporales del lado derecho resultó con un valor 10, considerando que varios de estos segmentos permanecen en postura estáticas como factor agravante. Misma situación ocurre para los segmentos corporales del lado izquierdo, que resultó en un valor de 9. Estos resultados, fijan ambos lados del cuerpo en un nivel de acción "Necesario Pronto".

RESULTADOS DEL MÉTODO ISO 11.226.

Postura de tronco.

Se observa asimetría de tronco categorizada como característica postural "No recomendada", determinada mayormente su lateralización a la izquierda y giro del mismo a modo de compensación postural cuando se mantiene por períodos considerables de tiempo en operación de desaceleración con brazo derecho en extensión y abducción combinadas con requerimientos visuales en plano contrapuesto a la operación manual.

En tanto, las otras características posturales evaluadas para este segmento se presentan en condiciones aceptables, por flexión menor a 20° respecto de la postura de referencia y posición sedente con postura convexa de la columna lumbar.

Postura de cabeza.

Las características posturales de inclinación y flexión se presentan en condiciones aceptables, ambas con angulaciones menores a 25° respecto de la postura de referencia.

En tanto, se presenta asimetría de cuello dada la rotación axial hacia la izquierda sostenida durante la mayor parte del tiempo de desarrollo de la tarea de conducción. Esta postura es adoptada para poder visualizar, a través de una ventana de reducido tamaño, la vía férrea en el sentido de la conducción, pues la posición del asiento y panel de controles se encuentran en perpendicular al plano de visión requerido para la conducción en frente largo, incluso algunos controles, como el de aceleración, se encuentran en el plano diagonal contrario al plano de visión requerido para la tarea.

Posturas de hombro y brazo.

Se presenta postura forzada "No recomendada" para hombros y brazos de ambos lados del cuerpo, dada principalmente por la retroflexión de hombro derecho en la operación de control de velocidad y la aducción de brazo izquierdo en operaciones de frenado neumático y activación de claxon.

La elevación del brazo derecho también se presenta como "No recomendada" por operar el acelerador (control de velocidad) en abducción mayor a 60° por aproximadamente 7 minutos sostenidamente.

Tanto en hombros y brazos de ambos lados del cuerpo (derecho e izquierdo), se presenta la característica postural de hombro levantado en condiciones aceptables.

Posturas de codos, antebrazos y muñecas.

Para segmentos de ambos lados del cuerpo, las características posturales asociadas a posturas extremas de codos y muñecas, se presentan todas en condiciones aceptables.

No obstante, tanto para el antebrazo derecho como izquierdo, la característica de postura extrema de dicho segmento, resulta en condición “No aceptable”, debido a pronación bilateral de 90°.

Posturas de extremidad inferior.

Dada la escasa posibilidad de registro fotográfico detallado de posturas asociadas a extremidades inferiores, no fue posible evaluar dicho segmento con el Método ISO 11.226.

CONCLUSIONES DEL INFORME

La tarea evaluada presenta una exposición sostenida a posturas forzadas, asimétricas y estáticas, determinadas principalmente por la conducción en modalidad de frente largo, lo que obliga al trabajador a mantener el cuello en rotación axial izquierda durante la mayor parte del tiempo. Esta condición constituye un factor de riesgo cervical, dependiente del diseño del puesto y del sistema de conducción.

La oposición entre el plano visual requerido para la conducción y el plano de operación de los controles genera compensaciones posturales simultáneas de cuello, tronco y extremidades superiores, especialmente durante las operaciones de aceleración y frenado, cuya duración es considerable. Por lo tanto, debe incorporarse el análisis de conflictos entre requerimientos visuales y manuales, ya que estos son determinantes en la carga biomecánica observada en este puesto de trabajo.

Si bien el tronco del maquinista se mantiene mayoritariamente en postura erguida, presenta asimetría lateral y torsión sostenida, utilizadas como mecanismos compensatorios frente a la ubicación de controles y a la rotación cervical mantenida. Según ISO 11.226, estas características corresponden a posturas “No recomendadas”, por lo que debe incorporarse en la evaluación de riesgo la asimetría de tronco en postura sedente prolongada como factores a evaluar en el proceso de calificación de patologías lumbares.

Las extremidades superiores, particularmente el lado derecho, concentran una elevada carga biomecánica, evidenciada por posturas combinadas de flexión, extensión y abducción de hombro que alcanzan rangos extremos (hasta 92° de flexión y 64° de abducción), mantenidas por períodos prolongados. Estos hallazgos explican los puntajes elevados obtenidos en REBA (nivel de acción “Necesario pronto”) y las clasificaciones “No recomendadas” en ISO 11.226. Por lo tanto, resulta crítico identificar elevaciones de brazo sostenidas superiores a 60°, especialmente cuando están asociadas a controles de uso frecuente.

La operación de los sistemas de frenado y aceleración exige agarres palmares cilíndricos sostenidos, alternados con agarres de pinza y empujes digitales con fuerza moderada, lo que incrementa la carga sobre antebrazo, muñeca y mano, especialmente en condiciones de pronación extrema de 90°. Dado que la evaluación del tipo de agarre, uso de fuerza y postura extrema de antebrazo, resultaron ser factores “No aceptables” según ISO 11.226, deben evaluarse dirigidamente como factores de riesgo para trastornos en extremidad superior distal.

La butaca del maquinista constituye un factor agravante transversal del riesgo musculoesquelético, debido a su limitada regulación y a su inclinación hacia adelante, lo que obliga al trabajador a utilizar las extremidades inferiores como soporte constante para evitar el deslizamiento. Aunque las extremidades inferiores no pudieron ser evaluadas en detalle, la evidencia observacional indica que el sistema de asiento influye negativamente en la estabilidad postural global.

La exposición a vibraciones de cuerpo entero, el discomfort térmico y el ruido ingresan como factores coadyuvantes que potencian la carga biomecánica, especialmente en un contexto de posturas estáticas prolongadas.

INFORME DE EVALUACIÓN POSTURAL MAQUINISTA TREN DE CARGA DIÉSEL - ELÉCTRICA EMD (RECORRIDO INVERSO)

Se analiza la tarea de conducción de tren de carga en el trayecto Terquim (San Antonio, V Región) - Los Lirios (VI Región). Se diferencia del recorrido anterior por el hecho que los carros tanque van vacíos.

Descripción de la tarea

La tarea de conducción se lleva a cabo en la modalidad de frente corto. En el servicio evaluado, se realizó el traslado de una composición de 26 carros vacíos (carro tanque), con una duración total de trayecto de 4 horas.

El maquinista desempeña sus funciones en posición sedente estática. Durante el ciclo de conducción, la interacción con el panel de control (velocímetro, claxon, manómetros y dispositivos periféricos) requiere desplazamientos multidireccionales de los miembros superiores. Asimismo, el trayecto se torna monótono, a pesar de que presenta curvas, y tramos en que existen sacudidas bruscas, de carácter imprevisto.

Se ha identificado la adopción de posturas forzadas, caracterizadas por la inclinación persistente de cuello y tronco. Estas posturas las mantiene mientras visualiza la vía y el entorno, a pesar de la configuración de frente corto. Asimismo, destaca la alta demanda biomecánica derivada del accionamiento del dispositivo de seguridad "hombre muerto", el cual exige una presión constante por parte del trabajador para evitar el frenado de emergencia automático de la locomotora.

La tarea implica una alta carga atencional y vigilancia crítica. El trabajador debe procesar simultáneamente múltiples variables del entorno, tales como:

- ▶ **Condiciones externas:** Factores climáticos, estado de la infraestructura ferroviaria y señalización (semáforos).
- ▶ **Seguridad vial:** Supervisión de cruces (autorizados, no autorizados y con/sin guardavías) y detección de obstáculos (vehículos, peatones o animales).
- ▶ **Monitoreo del equipo:** Control del estado técnico de los vagones y parámetros de la locomotora.
- ▶ **Comunicaciones:** Gestión de instrucciones operativas mediante radiofrecuencia y telefonía móvil, medios esenciales para la seguridad del tráfico ferroviario.

Figura N°44. Operando palanca de aceleración



Figura N°45. Operación de Claxon



Figura N°46. Campo visual del tripulante de línea al conducir en frente corto



Condiciones del equipo y el entorno

El tren evaluado corresponde a una locomotora tipo diésel - eléctrica (EMD), trenes de carga, compuestos por locomotoras y carros, que varían de acuerdo a la carga transportada (en este caso carros tanque). El peso de

la locomotora con carga es de 785 toneladas. La locomotora es del año 1966, refaccionada (sólo el motor). Es utilizada en el servicio de transporte de carga Terquim – Los Lirios. La velocidad máxima en ruta es de 60 km/hr.

Las características de la cabina de conducción son similares a las presentadas en la descripción anterior, la diferencia principal es que, en este caso, los carros tanque vienen sin carga de ácido sulfúrico.

Se presentan las siguientes condiciones ambientales y de entorno:

- ▶ Presencia de ruido y vibración.
- ▶ Visibilidad buena.
- ▶ Asiento regulable en altura, profundidad e inclinación, con amortiguación y acolchonado que no se encuentra en buen estado.

El Lay-out de la cabina del tren es el mismo presentado en la descripción anterior (figura N° 32).

ANÁLISIS POSTURAL

Descripción de posturas adoptadas

Postura 1: Visualización de la carga por frente largo

En esta postura, el trabajador se mantiene sentado con espalda apoyada en respaldo del asiento, perpendicular a la ventanilla de frente largo y con rotación de cuello hacia la izquierda para retirar la locomotora antes de iniciar el recorrido que se realiza por frente corto (Ver Figura N°47).

Figura N°47. Visualización de carga por frente largo



Postura 2. Conducción de la locomotora, con visualización por frente corto

En esta postura, se observa al trabajador ubicado de frente a la ventanilla por la cual observa la vía férrea, con controles operados principalmente con la extremidad superior izquierda y tendencia a no apoyar espalda en el respaldo del asiento (Ver Figura N°48)

Figura N°48. Conducción de la locomotora



RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO R.E.B.A.

Postura 1: Visualización de la carga por frente largo

Grupo A: Análisis de tronco, cuello y piernas.

- ▶ El segmento tronco obtuvo una puntuación de 1. El trabajador está sentado, con el tronco soportado por el respaldo del asiento. Aunque su cuello está girado casi al límite para mirar por la ventana, el torso permanece orientado hacia el frente, alineado con el asiento y los mandos principales. No se aprecia una torsión significativa de los hombros ni de la columna.
- ▶ El segmento cuello obtuvo una puntuación de 2. El trabajador tiene la cabeza girada de forma casi perpendicular al eje de sus hombros para poder vigilar la vía a través de la ventana lateral. Se observa una flexión anterior de aproximadamente en el rango de 0°-20° para fijar la mirada en el trayecto. Se adiciona 1 punto por la torsión de cuello.
- ▶ En cuanto a las piernas se obtuvo un puntaje de 1. El maquinista está en posición sedente con los pies apoyados, lo que ofrece una base estable y descarga de peso.
- ▶ El factor Carga/Fuerza fue evaluado con un puntaje igual a 0.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 1.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca extremidad derecha.

- ▶ El segmento brazo obtuvo una puntuación de 3, porque realiza una ligera flexión hacia adelante y hacia el costado (abducción) para alcanzar el mando (rango estimado entre 21° y 45°). Se adiciona 1 punto, como factor de corrección, por la abducción del brazo para interactuar con el control lateral. Maquinista no utiliza el apoyabrazos del asiento.
- ▶ El segmento antebrazo obtuvo una puntuación de 1, por flexión en rango entre 60° - 100°.
- ▶ El segmento muñeca obtuvo una puntuación de 2. Si bien tiene una flexión en rango de 0° - 15°, adopta una ligera desviación lateral o torsión para operar el mando, por lo que se añade 1 punto.
- ▶ El factor de agarre se evalúa con puntaje de 1.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 5.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca extremidad izquierda.

- ▶ El Segmento brazo obtuvo una puntuación de 2 por observarse una flexión en el rango 20° a 45°.
- ▶ El segmento antebrazo obtuvo una puntuación de 1 por presentar una flexión en el rango de 60° a 100°.
- ▶ El segmento muñeca obtiene una puntuación de 3 por flexión mayor a 15° más desviación cubital/radial por la palanca lo que añade 1 punto.
- ▶ El factor de agarre se evalúa con puntaje de 1.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 4.

Resultado y nivel de acción:

Puntuación REBA final: 4, considera los segmentos del lado derecho y el puntaje de actividad por postura mantenida o estática. **Este resultado se encuentra en nivel de riesgo medio, lo que significa que es necesaria la actuación.**

Postura 2: Conducción de la locomotora, con visualización por frente corto

Grupo A: Análisis de tronco, cuello y piernas.

- ▶ El segmento tronco obtuvo una puntuación de 3. El tronco al no apoyarse en el respaldo adopta una flexión hacia adelante que se estima entre los 0° y 20°, además, realiza una leve inclinación, lo que adiciona un 1 punto como factor de corrección.
- ▶ El segmento cuello obtuvo una puntuación de 2 por flexión en el rango 0°-20°, a la que se adiciona 1 punto por torsión de la cabeza hacia la derecha para mirar por la ventana.

- ▶ En cuanto a las piernas se obtiene una puntuación de 1 por la posición sedente con los pies apoyados, lo que ofrece una base estable y descarga de peso.
- ▶ El factor Carga/Fuerza fue evaluado con el puntaje mínimo igual a 0, porque la resistencia de la palanca es mínima (< 5 kg).

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 4.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca extremidad izquierda

- ▶ El segmento brazo obtuvo una puntuación de 4 por flexión estimada entre 45°-90° para alcanzar el control frontal. Al no tener ningún punto de apoyo físico (brazo suspendido en el aire), se adiciona un punto como factor de corrección.
- ▶ El segmento antebrazo obtuvo una puntuación de 2 porque el ángulo de flexión está en el rango de <60° o >100°.
- ▶ El segmento de muñeca obtuvo una puntuación de 3. La muñeca no solo está extendida en un rango que supera los 15°, sino que también presenta una desviación radial/ cubital y un componente de torsión para orientar la palma hacia el control, lo que adiciona 1 punto como factor de corrección.
- ▶ El factor de agarre se evalúa con puntaje de 1.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 8

Resultado y nivel de acción:

Puntuación REBA final: 9, que considera el puntaje de actividad por postura mantenida o estática. Este resultado se encuentra en nivel de riesgo alto, que significa que es necesaria la actuación cuanto antes, siendo necesario un estudio más detallado.

RESULTADOS DEL MÉTODO ISO 11.226

Objetivo

Evaluar los factores de riesgo biomecánico asociados a la carga postural estática del trabajador identificado en la imagen, determinando la aceptabilidad de los ángulos articulares y el mantenimiento de la postura según los algoritmos de la norma ISO 11.226.

Postura 1

Postura de tronco.

Se evalúa en condición Aceptable. Al estar apoyado en el respaldo, el ángulo de flexión del tronco se mantiene dentro del rango seguro. La asimetría se da principalmente en el hombro y no en la columna.

Postura de cuello y cabeza.

La postura adoptada por el maquinista es asimétrica. El mantener el cuello girado en ángulos extremos de forma continua para visualizar la vía hacia el frente largo, obliga a los músculos de un lado a mantenerse en una contracción isométrica severa, mientras los del lado opuesto se estiran al máximo. Para la norma esta postura se clasifica como "No recomendada".

Postura extremidad superior derecha.

Hombro - brazo: Para operar el mando el maquinista adopta una postura mantenida del brazo en elevación (flexión) de entre 20° y 60° y no tiene un soporte completo del brazo, dicha condición es evaluada por la norma como "No recomendada".

Antebrazo - mano: La postura global del segmento antebrazo y mano se considera "No recomendable". Al respecto, el codo presenta flexión en un rango de movimiento menor a 150°, pero el antebrazo mantiene una pronación casi al límite de su rango máximo (90°), por lo que se considera postura extrema. Dicha condición afecta la postura de la muñeca que este caso mantiene una extensión que no supera los 15°, pero que se mantiene de forma prolongada durante la conducción.

Postura extremidad superior izquierda.

Hombro - brazo: La postura se considera "Aceptable", se ubica en una zona de alcance más cómoda, más cerca del tronco o del plano lateral. Al no requerir una extensión extrema ni una elevación forzada en el aire, este segmento se mantiene dentro de los ángulos de confort y límites seguros de la norma.

Antebrazo - mano: La postura del segmento antebrazo mano se considera "Aceptable". Al operar en una zona de alcance cercano y sin una elevación forzada del codo, la carga sobre este segmento es mínima. Cabe señalar, que la postura de la muñeca izquierda presenta una desviación cubital que se consideraría "No recomendada" según la norma.

Postura extremidades inferiores.

Dada la escasa posibilidad de registro fotográfico detallado de posturas asociadas a dicha extremidad, no fue posible evaluar con el método la Norma ISO 11.226.

Postura 2

Postura de tronco.

La norma considera como “No recomendada” la postura que presenta asimetría de tronco, y que al estar sentado mantiene la columna lumbar en una postura convexa. Lo anterior debido a que el maquinista no está utilizando el soporte del asiento, sumado a la inclinación lateral y torsión que realiza para visualizar la vía.

Postura de cabeza y cuello.

Las características posturales de inclinación y flexión se presentan en condiciones aceptables, con ángulos menores a 25°. Sin embargo, se presenta asimetría de cuello dada la rotación axial hacia la derecha y flexión que mantiene de forma sostenida. Esta postura es adoptada para poder visualizar, a través de la ventana la vía férrea en el sentido de la conducción, lo que, según lo establecido por la norma, es una postura “No recomendada”.

Postura extremidad superior izquierda.

Brazo-hombro: Se presenta postura forzada – incómoda, categorizada como “No recomendada” según la norma. Presentar una elevación del hombro y del brazo, esta último se encuentra en el rango entre 20° y 60° sin apoyo o soporte para alcanzar el mando superior. La norma señala que se debe continuar al paso 2 que considera el tiempo de mantenimiento para la elevación del brazo, considerando que esta postura se mantiene en forma prolongada se clasifica como “No recomendada”.

Antebrazo-mano: La postura del segmento antebrazo-mano se considera “Aceptable” según la norma. El codo presenta flexión en un rango de movimiento menor a 150 °, y el antebrazo no se encuentra en pronación extrema. La muñeca por su parte, se encuentra en extensión en un ángulo que supera los 15°, combinado con una leve abducción cubital.

Posturas de extremidad inferior.

Si bien solo se observa la extremidad izquierda (Ver Figura 48), ambas piernas se mantienen dentro de rangos considerados “Aceptable” por la norma.

CONCLUSIONES DEL INFORME

A partir del análisis de la tarea de conducción en trenes de carga, se concluye que el diseño operacional actual induce posturas forzadas que elevan el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos.

Las metodologías de evaluación aplicadas evidencian que la configuración de la cabina somete al tren superior a una exigencia biomecánica, destacando dos factores de riesgo principales:

- **Carga estática en extremidades superiores:** La manipulación continua y repetitiva de los mandos y palancas impone una alta carga isométrica. Esto obliga al operador a mantener posturas forzadas y mantenidas en hombros, brazos y antebrazos, agravadas por alcances variables fuera de la zona de confort ergonómico.

- ▶ **Compromiso del eje axial:** Las configuraciones de conducción tanto en modalidad de frente largo como corto comprometen la alineación de la columna de forma persistente. El maquinista se ve obligado a adoptar posturas nocivas de flexo-extensión y rotación en cuello para asegurar la visibilidad de la vía y el monitoreo de la carga.

Cabe señalar que, la carga física se ve agravada por factores de estrés cognitivo y atención que conllevan a una tensión permanente del operador:

- ▶ **Alerta permanente:** La necesidad de estar atento a las condiciones del tráfico, llevar el recuento de paradas y novedades, y mantener una constante comunicación con el ayudante de maquinista.
- ▶ **Consecuencia:** Estos factores cognitivos inducen un estado de alerta permanente que se traduce en un aumento del tono muscular (tensión) en el cuerpo (principalmente cuello y hombros), lo que intensifica la carga postural estática y el riesgo de fatiga.

INFORME DE EVALUACIÓN POSTURAL MAQUINISTA TREN DE CARGA RECORRIDO ALAMEDA - REQUINOA

Se analiza la tarea de conducción de tren de carga en el recorrido entre los terminales Alameda (Santiago, Región Metropolitana) y Requinoa (VI Región).

Descripción de la tarea

La operación se realiza bajo la modalidad de frente largo, con una carga de 40 carros vacíos. El trayecto tiene una duración ininterrumpida de 1 hora y 45 minutos.

El maquinista desempeña su labor en posición sedente estática. Debido a la orientación de la locomotora, el operador debe mantener de forma sostenida una postura forzada caracterizada por la rotación cervical (cuello girado hacia la izquierda) para asegurar la visibilidad de la vía a través de la ventanilla.

La tarea requiere una manipulación frecuente de controles (velocímetro, claxon, manómetros) situados en planos frontales y perpendiculares. Se destaca la alta demanda biomecánica que implica el accionamiento constante del dispositivo de seguridad "hombre muerto", cuya presión continua es crítica para evitar la detención automática de la máquina.

Por otra parte, el trabajador debe procesar simultáneamente múltiples variables del entorno, tales como:

- ▶ **Condiciones externas:** Factores climáticos, estado de la infraestructura ferroviaria y señalización (semáforos).
- ▶ **Seguridad vial:** Supervisión de cruces (autorizados, no autorizados y con/sin guardavías) y detección de obstáculos (vehículos, peatones o animales).
- ▶ **Monitoreo del equipo:** Control del estado técnico de los vagones y parámetros de la locomotora.
- ▶ **Comunicaciones:** Gestión de instrucciones operativas mediante radiofrecuencia y telefonía móvil, medios esenciales para la seguridad del tráfico ferroviario.

Figura N°49. Campo visual del tripulante de línea al conducir en frente largo



Figura N°50. Botón “Hombre muerto”



Figura N°51. Conducción en frente largo



Condiciones del equipo y el entorno

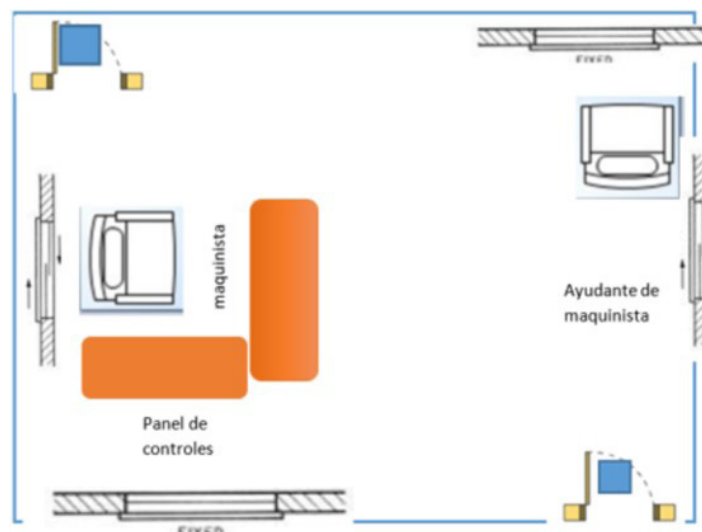
El tren evaluado corresponde a una locomotora diésel - eléctrica, tren de carga compuesto, en este caso, por 40 carros tanque vacíos, siendo el peso de la locomotora con carga de 900 toneladas. Esta locomotora es del año 1980, existiendo otras más antiguas refaccionadas.

La cabina de conducción presenta frente largo, con controles dispuestos en forma perpendicular a la visual de la ventanilla y hacia atrás. Las condiciones del asiento son aceptables, puede regular la altura, profundidad e inclinación, superficies acolchadas, brindando buen apoyo lumbar y dorsal.

Durante la evaluación, se identificaron las siguientes condiciones ambientales y de entorno:

- ▶ Presencia de ruido operacional.
- ▶ Visibilidad reducida debido a la lluvia.
- ▶ Espacio reducido de la cabina.

Figura N°52. Lay-out cabina de locomotora



ANÁLISIS POSTURAL

Descripción de postura adoptada

Operación de controles en cabina de locomotora. El trabajador permanece sentado, con el tronco rotado y el cuello girado para mantener la visibilidad, mientras opera palanca con el miembro superior derecho.

RESULTADOS DEL MÉTODO R.E.B.A.

Grupo A: Análisis de tronco, cuello y piernas

- ▶ Para el segmento de tronco se obtuvo una puntuación 3. Existe flexión del tronco en el rango de 0°- 20°, para alcanzar los mandos con el brazo derecho. El hombro derecho está más adelantado que el hombro izquierdo para facilitar el alcance, lo que rota el eje de la columna. Se añade 1 punto por inclinación lateral o torsión.
- ▶ Para el segmento cuello se obtuvo una puntuación 2. El cuello presenta una flexión menor a 20°. Al mirar hacia la ventanilla mientras el brazo derecho opera los comandos frontales genera un giro del cuello muy pronunciado respecto al eje de los hombros. La torsión añade 1 punto.

- ▶ En cuanto a las piernas, se obtuvo un puntaje de 2. El trabajador está en posición sedente, pero cuando cruza la pierna pierde el apoyo bilateral simétrico de los pies en el suelo, aun cuando la superficie de apoyo es estable.
- ▶ El factor de Carga/Fuerza fue evaluado con un puntaje mínimo de 0. La resistencia de la palanca es mínima (< 5 kg).

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 5.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad derecha

- ▶ El segmento brazo se ubica en rango de postura flexionada entre 45° – 90° , con abducción, obteniendo una puntuación de 4.
- ▶ El antebrazo obtuvo una puntuación de 1. La flexión de codo se encuentra en el rango entre 60° y 100° .
- ▶ El segmento de muñeca obtuvo una puntuación de 2. La muñeca se encuentra en una posición neutra (flexión/extensión menor a 15°) mientras sujeta el mando. Existe una ligera desviación cubital o torsión para adaptarse a la forma de la palanca de control, por lo que se añade 1 punto.
- ▶ Se evalúa el factor de agarre con puntaje de +1.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 6.

Grupo B: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca de extremidad izquierda

- ▶ El segmento brazo obtuvo una puntuación de 1. El brazo cuelga de forma natural y relajada, prácticamente paralelo al tronco. Se encuentra en el rango de 0° a 20° de flexión/extensión. Asimismo, cuenta con un apoyo indirecto (el antebrazo descansa sobre la pierna) lo que reduce la carga por gravedad sobre el hombro.
- ▶ El segmento antebrazo obtuvo una puntuación de 1. El ángulo de flexión del codo se estima cercano a los 90° (dentro del rango ideal de 60° a 100°), proyectándose hacia adelante para descansar la mano sobre el muslo.
- ▶ El segmento de muñeca obtuvo una puntuación de 1. La muñeca se encuentra en una posición neutra, descansando sobre la rodilla sin flexiones o extensiones forzadas. No se observa desviación cubital/radial ni torsión.

De la ponderación integrada por los puntajes de los segmentos antes señalados, se obtuvo un resultado de 1.

Resultado y nivel de acción:

Puntuación REBA final: 8, considerando los segmentos corporales del lado derecho y el puntaje de actividad por postura mantenida o estática. Este resultado se encuentra en nivel de **riesgo alto, lo que significa que es necesaria la actuación cuanto antes**.

El puntaje final, considerando los segmentos corporales del lado izquierdo, fue de 3, que corresponde a un nivel de riesgo bajo.

RESULTADOS DEL MÉTODO ISO 11.226

Objetivo

Evaluar los factores de riesgo biomecánico asociados a la carga postural estática del trabajador identificado en la imagen, determinando la aceptabilidad de los ángulos articulares y el mantenimiento de la postura según los algoritmos de la Norma ISO 11.226.

Análisis por segmentos corporales

Postura de tronco.

Se observa asimetría de tronco categorizada como característica postural “No recomendada” según la norma, determinada principalmente por la lateralización a la izquierda y giro del mismo a modo de compensación postural cuando se mantiene por períodos considerables de tiempo en la conducción. Asimismo, si el trabajador no apoya la espalda correctamente, la postura del tronco pasa a depender 100% de la fuerza muscular de su zona lumbar y abdominal para mantenerse erguido o ligeramente inclinado hacia adelante.

Postura de cuello y cabeza.

Las características posturales de inclinación de la cabeza y flexión del cuello se presentan en condiciones aceptables, ambas con angulaciones menores a 25° respecto de la postura de referencia. Sin embargo, un factor a considerar es la visera de la gorra, ya que, si el trabajador necesita tener un campo visual más amplio, la visera lo obliga a realizar una extensión de cabeza.

En relación a la evaluación del cuello, existe asimetría dada la rotación axial hacia la izquierda sostenida durante la mayor parte del tiempo de desarrollo de la tarea de conducción para poder visualizar la vía férrea. Una rotación asimétrica del cuello mantenida se clasifica como una postura “No recomendada”.

Postura extremidad superior derecha.

Hombro y brazo: Se presenta postura forzada para hombro y brazo. Al presentar condiciones de forma simultánea de brazo elevado mayor a 60° y hombro elevado de manera sostenida durante la conducción, sumado a la falta de soporte del codo, la norma establece que la postura del miembro superior derecho es “No recomendada”.

Posturas de codo, antebrazo y muñeca: El ángulo de la articulación del codo, se encuentra en un rango de movimiento cuyo parámetro postural es cercano al límite (150°), el brazo está casi completamente estirado. La norma define esta condición como una postura extrema clasificándola como “No recomendada”.

Por su parte, para sujetar el mando o palanca de control, el antebrazo adopta una postura de pronación, cuyo rango de movimiento no se encuentra dentro de los límites definidos para una postura extrema. Por lo que se clasifica como una postura “Aceptable”.

La postura de la muñeca se clasifica como Aceptable, dado que no existe adopción de posturas extremas de acuerdo a lo establecido en la norma.

Postura extremidad superior izquierda.

Hombro y brazo: postura “Aceptable”. Al contar con un punto de apoyo, se descarga la tensión estática de los músculos del hombro (trapecio y deltoides) y de la zona dorsal. Esto reduce significativamente el riesgo de fatiga en este lado.

Posturas de antebrazo y muñeca: postura de antebrazo “Aceptable”. Al contar con un soporte, la carga gravitacional del miembro superior se transfiere a la estructura del asiento o cabina, eliminando la tensión estática muscular

La postura de la muñeca se clasifica como Aceptable, dado que no existe adopción de posturas extremas de acuerdo a lo establecido en la norma.

Postura extremidades inferiores.

En postura sedente, el estándar establece que las rodillas deben operar en un ángulo de confort que evite rangos forzados. Mantener la rodilla en una flexión menor a 90° de forma estática (más de 4 segundos) y la pierna cruzada comprime los tejidos blandos de la articulación y altera la alineación simétrica de la pelvis, por lo que es una postura “No recomendada” para ciclos prolongados.

CONCLUSIONES DEL INFORME

A partir del análisis de la tarea de conducción en trenes de carga, se concluye que el diseño operacional actual induce posturas forzadas que elevan el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos.

En el tren superior, la operación constante de los controles genera una carga estática sostenida, provocada por alcances variables en el panel y una contracción isométrica muscular permanente en hombros y brazos. Asimismo, el uso de la modalidad de frente de conducción largo intensifica la exigencia biomecánica sobre el eje axial; la necesidad de sortear los puntos ciegos estructurales de la cabina para visualizar adecuadamente las vías y los vagones fuerza al operador a mantener posturas forzadas y prolongadas de cuello y tronco. A este escenario se suma la afectación de las extremidades inferiores, que contribuye al riesgo ergonómico global. Por lo tanto, la interacción simultánea de estos factores implica una tarea de alta exigencia postural, lo que hace que sea indispensable realizar acciones para mitigar el riesgo.

La carga física se ve agravada por factores de estrés cognitivo y atención que conllevan a una tensión permanente del operador:

- ▶ **Alerta permanente:** La necesidad de estar atento a las condiciones del tráfico, llevar el recuento de paradas y novedades, y mantener una constante comunicación con el ayudante de maquinista.
- ▶ **Consecuencia:** Estos factores cognitivos inducen un estado de alerta permanente que se traduce en un aumento del tono muscular (tensión) en el cuerpo (principalmente cuello y hombros), lo que intensifica la carga postural estática y el riesgo de fatiga.

11. CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo con los antecedentes técnicos, metodológicos y contextuales desarrollados en la presente Guía Técnica, se concluye que el puesto de trabajo de maquinista de trenes, tanto de pasajeros como de carga, presenta características estructurales y operacionales que implican una exposición relevante a factores de riesgo musculoesquelético, los cuales deben ser evaluados de manera específica en el proceso de calificación de enfermedades musculoesqueléticas.

a) Segmentos corporales con potencial afectación musculoesquelética

Del análisis integrado de los puestos de trabajo evaluados en esta Guía Técnica, se establece que los segmentos corporales que principalmente podrán verse afectados por dolencias o enfermedades musculoesqueléticas de origen profesional corresponden a:

- ▶ **Región cervical,** debido a la exposición reiterada y, en muchos casos, sostenida a rotaciones axiales y posturas forzadas del cuello, asociadas a los requerimientos visuales de la conducción ferroviaria, la disposición de ventanas, espejos retrovisores y pantallas de visualización de datos.
- ▶ **Región lumbar,** particularmente vibraciones, asimetrías posturales del tronco, torsiones sostenidas y utilización parcial o inefectiva del respaldo del asiento.
- ▶ **Extremidades superiores,** incluyendo hombros, brazos, antebrazos, muñecas y manos, especialmente del lado dominante, producto de la operación manual sostenida de controles de aceleración, frenado, claxon y otros dispositivos, en combinación con posturas forzadas, elevaciones de brazo, pronación extrema de antebrazo y distintos tipos de agarre, y exposición a vibraciones.
- ▶ **Extremidades inferiores,** en aquellos casos en que el diseño de la cabina presenta restricciones de espacio, limitaciones de apoyo plantar, angulaciones extremas de rodilla o necesidad de compensaciones posturales para mantener la estabilidad corporal durante la conducción.

Los segmentos señalados se encuentran comprendidos dentro de los ámbitos anatómicos y funcionales considerados en el Compendio de Normas del Seguro de la Ley N°16.744 y en el listado de enfermedades profesionales establecido en el D.S. N°109 por lo que su evaluación resulta obligatoria en el proceso de calificación.

Cabe agregar que, de acuerdo con el artículo 72, letra a del D.S. N°101, los organismos administradores del Seguro de la Ley N°16.744 están obligados a realizar el estudio de una presunta enfermedad profesional, a menos que pueda demostrar la inexistencia de agentes o factores de riesgo asociados a esa enfermedad.

b) Factores de riesgo musculoesquelético que deben evaluarse

Conforme a los antecedentes desarrollados en la presente Guía Técnica, se establece que en el caso de las personas trabajadoras que se desempeñan como maquinistas de trenes, los siguientes **factores de riesgo musculoesquelético deben ser estudiados de manera específica y sistemática** en el Estudio de Puesto de Trabajo:

- ▶ **Exposición a posturas estáticas prolongadas**, considerando la duración continua de la postura y la frecuencia de repetición, dado que la dimensión temporal constituye un factor determinante de la carga biomecánica.
- ▶ **Asimetrías posturales sostenidas de cuello y tronco**, especialmente aquellas impuestas por el diseño del puesto de trabajo, el tipo de frente de conducción y la disposición de los controles y elementos visuales.
- ▶ **Posturas forzadas de extremidades superiores**, incluyendo elevaciones de brazo, abducciones, extensiones y retroflexiones mantenidas, así como pronación extrema de antebrazo.
- ▶ **Tipo de agarre y uso de fuerza**, incorporando la evaluación de agarres palmares cilíndricos sostenidos, agarres de pinza y empujes digitales, aun cuando el nivel de fuerza sea clasificado como bajo o moderado.

Por otra parte, también deben ser estudiados los siguientes factores asociados:

- ▶ **Condiciones del sistema de asiento**, tales como estabilidad, regulación, amortiguación, inclinación y su adecuación a la antropometría del trabajador, considerando su influencia directa en la postura global.
- ▶ **Restricciones de espacio y diseño de cabina**, particularmente en material rodante antiguo o modificado (refaccionado).
- ▶ **Factores organizacionales y operacionales**, tales como jornada laboral, turnos, ausencia de pausas, duración del trayecto, exigencias de vigilancia y condiciones ambientales, los cuales deben ser considerados como factores agravantes de la carga musculoesquelética.

c) Consideraciones respecto de la exposición a vibraciones

En relación con la exposición a vibraciones de cuerpo entero, el hecho de que los niveles medidos se encuentren por debajo de los límites establecidos en el D.S. N°594 u otros parámetros de referencia internacional, no permite descartar la existencia de riesgo musculoesquelético asociado.

Dado el carácter acumulativo de la exposición a vibraciones, resulta obligatorio considerar la antigüedad del trabajador en el cargo, expresada en años de exposición efectiva, como un elemento central en la evaluación del riesgo ocupacional. Podrá considerarse que no existe relación directa entre una enfermedad musculoes-

quelética en estudio y la exposición a vibraciones, cuando exista evidencia de que dicha exposición se encuentra por debajo del 50% del límite permitido por la normativa y con una antigüedad en el cargo con exposición a este agente que sea insuficiente, medido en años¹³.

En aquellos casos en que existan dudas razonables respecto de la magnitud de la exposición, o cuando se evalúen denuncias por enfermedades presuntamente relacionadas con vibraciones, deberá realizarse la medición directa en terreno, en condiciones reales de trabajo, de acuerdo con la metodología definida por el Instituto de Salud Pública, a fin de asegurar una adecuada ponderación de este agente en el proceso de calificación.

d) Requisitos para asegurar la calidad técnica del Estudio de Puesto de Trabajo Musculoesquelético

Con el objeto de asegurar la calidad técnica del EPT y la correcta aplicación de los criterios de calificación establecidos por SUSESO, deberá cumplirse, como mínimo, con los siguientes requisitos:

- ▶ El trabajador afectado deberá estar presente durante la visita a terreno, permitiendo la observación directa de su interacción con el puesto de trabajo, teniendo en consideración lo señalado en el Anexo 14 de la Letra H, Título III, Libro III del Compendio de Normas del Seguro de la Ley N°16.744.
- ▶ Deberá realizarse una entrevista detallada al trabajador, orientada a la descripción exhaustiva de su puesto de trabajo, tareas críticas e historia ocupacional, si procede.
- ▶ Deberá realizarse una entrevista al supervisor directo del trabajador, al prevencionista de riesgos de la empresa o a un representante del Comité Paritario de Higiene y Seguridad, con el fin de complementar y validar la información levantada.
- ▶ Podrá realizarse una demostración de las tareas del puesto de trabajo con locomotora en patio, siempre que dicha demostración considere los elementos técnicos descritos en la presente Guía Técnica, incluyendo los factores de riesgo postura forzada, repetitividad y uso de fuerza. Otros elementos como los requerimientos visuales, operacionales y ambientales, podrán ser reconstruidos, considerando la demostración del puesto de trabajo y las entrevistas, procurando que la información sea coherente y consistente con lo detallado en esta Guía Técnica.
- ▶ En el caso de requerir medición de vibraciones, obligatoriamente se deberá realizar en condiciones reales de trabajo. No tiene validez alguna realizar la medición en la demostración con locomotora de patio.

El cumplimiento de estos requisitos constituye una condición necesaria para garantizar la validez técnica del Estudio de Puesto de Trabajo y la adecuada evaluación del riesgo musculoesquelético en el proceso de calificación de enfermedades profesionales del sector ferroviario.

¹³. Para mayor precisión en la evaluación cuantitativa del riesgo por exposición a VCE, revisar lo instruido en el capítulo 7 "Exposición a vibración de cuerpo entero en trenes", de este documento.

12. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ESTUDIO DE PUESTO DE TRABAJO

a) Evaluación médica

Hombre de 48 años, diestro. Trabaja como maquinista de tren de carga, desde hace 12 años en la empresa. Anteriormente trabajó como jornal en diversas obras de construcción.

Consulta por cuadro de dolor en hombro derecho de 10 meses de evolución, de inicio insidioso y progresivo. Lo atribuye a su trabajo pues el dolor comenzó mientras desempeñaba sus labores habituales como maquinista y aparece al conducir la locomotora en trayectos largos, exacerbándose al operar los controles y palancas.

Describe dolor EVA 6/10, con irradiación hacia cara lateral del brazo derecho, dificultad para elevar el brazo y realizar movimientos repetitivos. No ha presentado trauma agudo.

Al examen físico se objetiva dolor a la palpación en región subacromial de hombro derecho, arco doloroso entre 70° y 120°, Neer(+), Hawking(+), Jobe(+), leve disminución de la fuerza por dolor.

b) Ecografía de hombro derecho

El examen concluye lo siguiente:

- ▶ Tendinosis del supraespinoso
- ▶ Engrosamiento del tendón subescapular

Hallazgos concordantes con Tendinopatía del manguito rotador

c) Estudio de Puesto de Trabajo segmento hombro

ESTUDIO DE PUESTO DE TRABAJO MACROLABOR HOMBRO														
ANTECEDENTES GENERALES														
ENTIDAD EMPLEADORA Razón Social: Transporte Ferroviario de Carga S.A. Contacto empresa: _____ Dirección del Centro de Trabajo: Calle y N° Ruta Ferroviaria Km X Comuna: SANTIAGO Geolocalización: _____ RUT empresa trab. 77.777.777-7 RUT emp principal 77.777.777-7 Fecha Informe. 16-4-2026 Ciudad: SANTIAGO Región: METROPOLITANA DE SANTIAGO														
TRABAJADOR Nombre y Apellidos: Juan Pérez González Ocupación: Maquinista de tren de carga Antigüedad en Ocupación actual: 12 años RUT: 12.345.678-9														
ANTECEDENTES DEL TRABAJO														
Jornada	Turnos	Hr. Ingreso	Hr. Salida	Hrs. Jornada	Hrs. Extras	Total Horas	Días laborales	L	M	M	J	V	S	D
	Día	8:00	16:00	8	0	8		X	X	X	X	X	X	
	Tarde	15:00	0:00	9	0	9			X	X	X	X	X	X
	Noche	23:00	8:00	9	0	9		X	X	X	X	X	X	
	Especial													
Rotación de Turnos		Si/No		Tipo de Rotación										
Horas extras (HE)		No		N° de horas semanales		Tiempo Total (min)								
Pausa oficial (PO)		No		N° de pausas y Duración		Tiempo Total (min)								
Pausas no oficiales (PNO)		Sí		1		10								
Pausa para comer (PC)		Sí		1		30								
TPIS		10		Tiempo (min)										
Rotación de puesto de trabajo		Si/No		Tipo de Rotación de Puesto de Trabajo										
Tipo de remuneración		No		Fija/Variable (Bono por producción, a trato, por hora)										
Actividades extra-programáticas		Variable		No										
PERÍODO DE NO EXPOSICIÓN (vacaciones, licencia, permiso, trabajo con otras exigencias, etc.)		días/semanas/meses		Descripción										
OTROS ASPECTOS														
Extremidad a Evaluar		Derecha		¿Trabajador presente? (Si/No)		Sí								
Lateralidad del trabajador		Diestro		¿Por qué no está presente?										
Observaciones														

ECUACIÓN DE CÁLCULO DE TIEMPO DE TRABAJO EFECTIVO

TTJ	HE	PO	PNO	PC	TDIP	TPIS	TTE
Tiempo total de la jornada (minutos)	Horas extras (minutos)	Pausa oficial (minutos)	Pausas no oficiales (minutos)	Pausas para comer (minutos)	Tiempo de descanso inherente al proceso (minutos)	Tiempo de preparación de ingreso y salida (minutos)	Tiempo de trabajo efectivo (minutos)
540	0	0	0	0	0	20	520

DESCRIPCIÓN DE LA OCUPACIÓN

El trabajador se desempeña como maquinista de tren de carga, principalmente contenedores. El convoy trae entre 20 y 30 contenedores, dependiendo de los requerimientos del cliente. Trabaja en turnos semanales de mañana/tarde/noche, rotativos, donde los tramos más estables son los que recorre en turno de mañana y tarde; puede variar el tramo que realiza en turno de noche, pero en general la extensión del recorrido es similar. Durante todo el recorrido el trabajador no tiene pausas, se mantiene en la conducción de la locomotora sin abandonar el puesto de principio a fin del recorrido. La única pausa objetivada es en el Tiempo de Preparación de Ingreso y Salida (TPIS), que se estimó en total unos 20 minutos en este caso. La conducción la realiza por frente largo, en posición sedente, manipulando los distintos controles de la locomotora (principalmente palancas). Debe mantener total atención en las condiciones de la vía, contando con el apoyo de ayudante de maquinista para la comunicación a nivel central y recibir información sobre las condiciones de la vía, climática y otras. Debe accionar cada 30 segundos un pedal por sistema de "hombre muerto", como medida de seguridad. Si no lo hace, se activa automáticamente el sistema de frenos del tren. Las palancas para acelerar la locomotora, sistema de frenos y claxon son duras, debe ejercer fuerza para manipularlas. El claxon debe accionarlo varias veces durante el trayecto, cada vez que pasa por un paso habilitado y no habilitado, así como para dar aviso ante cualquier incidente. Está expuesto a vibración de cuerpo entero.

Macrolabor: Resumen de Tareas

Nombre de las Tareas		Tiempo de tareas en minutos o días		Uso de Segmento en estudio (Marque con X en caso afirmativo)
		minutos	días	
Tarea 1	Conducción de tren de carga	520		X
Tarea 2				
Tarea 3				
Tarea 4				
Tarea 5				

Macrolabor: Tabla de Tiempo de Trabajo con exposición a riesgo

Tarea 1	Periodicidad	Operación	Tiempo total de operación (minutos o días)			N° de veces de operación (por jornada o semana)		Postura (Marque con x si presenta el riesgo)	Fuerza (Marque con x si presenta el riesgo)
			Minutos	días		Jornada	semana		
Conducción de tren de carga	Diaria	Conducción y vigilancia de la vía por frente largo	230			1		X	X
		Control de velocidad y tracción	130			50		X	X
		Manejo de sistemas de frenos	80			50		X	X
		Accionamiento de claxon	80			100		X	X
Tiempo Tarea 1			520	0					

Set Fotográfico



La conducción de la locomotora por frente largo es más difícil, pues tiene menor visibilidad, especialmente en las curvas, por lo que es de vital importancia contar con la colaboración del ayudante de maquinista, para visualizar puntos ciegos que se presentan en el tramo.



La conducción por frente corto (hacia ventana que se observa a la espalda del trabajador en este caso, sería la forma ergonómicamente correcta de operar la locomotora, pues los comandos quedan al frente y hay menor exigencia postural. En este caso se observa la manipulación de palanca que obliga a postura de abducción y flexión combinada de brazo derecho con uso de fuerza Borg 4



Macrolabores: Tabla de Factores de riesgo para hombro (Complete una tabla de FR por cada tarea analizada)

Tarea 1:

Factor Postural (Marca la más similar a la postura observada)	Amplitud (en grados)	Mencione la/las operaciones de la tarea en donde se aprecia o describe el factor postural	Estático > de 4 segundos (Marque con X si se cumple)	Percepción de fuerza del trabajador (Borg 0-10)	Repetitividad (Marque con una X si está presente)	Factores Asociados (Puede marcar más de una)
 Abducción	0 - 65	Conducción y vigilancia de la vía por frente largo Control de velocidad y tracción Manejo de sistema de frenos Accionamiento de claxon	X	4	-	Levantar, alcanzar con o sin manejo de carga Trabajo con manos encima de la cabeza
 Flexión	0 - 60	Conducción y vigilancia de la vía por frente largo Control de velocidad y tracción Manejo de sistema de frenos Accionamiento de claxon	-	4	X	Trabajo con codos por encima de los hombros.
 Rotación Int/Externa	Marque en caso de presencia Rotación Int: X Rotación Ext:	Manejo de sistema de frenos Accionamiento de claxon	-		X	Levantar Carga por encima de la cabeza KG

Comentarios en relación a postura y/o movimientos combinados:

Se observan movimientos combinados de flexión y abducción de hombro al realizar las operaciones

OTROS FACTORES RELEVANTES: Señale si los siguientes factores están presentes en la tarea

Trabajo en ambientes fríos (temperatura menor a 10° C) Si/No:	No
Movimientos bruscos de los brazos (Si/No):	Sí
Detalle otros:	

