



Pro Patria ad Deum

UNIVERSIDAD DE LA FRATERNIDAD DE AGRUPACIONES
SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA

FIM366 Proyecto Final Integrador

Carrera: Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo

Alumno: Quezada Federico Martin

Dirección de Catedra: Gabriel Bergamasco

Centro Tutorial: Bariloche

Proyecto: Evaluación de la fatiga laboral mediante tecnología wearable en Camiones de acarreo de mineral en el sector minero

Índice

Índice	2
1. Resumen Ejecutivo	6
2. Introducción	9
3. Fundamentación de los objetivos	15
3.1 Objetivo General	16
3.2 Objetivos específicos	16
3.2.1 Objetivos Específicos con indicadores	17
4. Marco Teórico	17
4.1 Riesgos ergonómicos y disergonómicos asociados a la fatiga	18
4.2 Tecnología wearable aplicada a la prevención	19
4.3 Justificación de su aplicación en la minería actual	19
4.4 vacíos de investigación	20
4.5 Evidencia Internacional	20
5. Metodología	20
5.1 Enfoque del análisis	20
5.2 Metodología de abordaje	21
5.3 Tecnologías propuestas para evaluación y mejora	24
5.4 Proceso de implementación sugerido	24
5.5 Resultados esperados	24
6. Historia de la Fatiga Laboral en Minería	25
6.1 Evidencia internacional sobre la Fatiga en la Minería	26
6.2 Principales factores Psicosociales en Minería	26
6.2.1 Principales Factores Psicosociales	27
6.2.2 Turnos prolongados y trabajo nocturno	27
6.2.3 Exigencias físicas y mentales	27
6.2.4 Clima Organizacional y liderazgo	27
7. Relación entre factores Psicosociales y fatiga laboral	28
8. Investigación de tecnología Wearble para monitoreo de fatiga	28
8.1 Criterios de evaluación	29
8.2 Dispositivos comparados	29
8.3 Análisis comparativo	29
8.4 Justificación del Garmin Fénix 7X Pro	31
9. Descripción del proceso y contexto operativo	32
9.1 Equipos utilizados	33

9.2 Características del trayecto San Marcos – Planta de Procesos	35
9.3 Régimen laboral de los operadores	36
10. METODOLOGÍA DE CONTROL OPERATIVA	36
10.1 Condiciones climáticas y estado de caminos	36
10.1.1 Condiciones climáticas adversas	36
10.1.2 Alerta por estado de caminos	37
10.2 Análisis de Trabajo Seguro (ATS):	38
10.3 Permiso de Trabajo (PT):	40
10.3.1 Tipos de Permisos de Trabajo	41
10.4 Chequeo preoperacional del equipo	43
10.5 Verificación de uso de Elementos de Protección Personal (EPP):	46
10.5.1 Roles y responsabilidades en el uso de EPP	47
10.6 Evaluación Obligatoria de Fatiga y Somnolencia	48
10.7 Sistema de inspecciones	49
10.7.1 Tipología de inspecciones aplicables	50
10.7.2 Modalidad de aplicación	51
10.7.3 Clasificación de riesgo aplicada a la fatiga	52
10.8 Charlas de Pre Inicio	52
11. Mantenimiento Preventivo de equipos	53
11.1 Mantenimiento del Sistema DSS (Driver Safety System)	54
11.2 Mantenimiento de Dispositivos Wearable (Garmin Fenix 7X Pro)	54
11.3 Mantenimiento de Camiones CAT 740	55
12. Análisis de Riesgos Específicos	55
12.1 Enfoque metodológico IPER	55
12.2 Principales riesgos identificados	56
12.3 Evaluación de riesgos	58
12.3.1 Proceso de Evaluación de Riesgos por Fatiga:	61
12.4 Relación normativa	62
13. Liderazgo, Compromiso, Roles y Responsabilidades	63
13.1 Política de liderazgo y compromiso	63
13.2 Asignación de responsabilidades operativas	64
13.3 Rol de la supervisión y los mandos medios	65
13.3.1 Acciones inmediatas ante activación de alertas del sistema DSS	65
13.4 Participación de los trabajadores	66
13.5 Coordinación entre áreas	67
14. Recursos necesarios para la implementación	67
14.1 Recursos Humanos	67
14.2 Recursos Tecnológicos	67
14.3 Recursos Económicos	68
14.4 Recursos Organizativos	68
15. Tecnología Aplicada al Monitoreo de Fatiga	69
15.1 Sistema DSS (Driver Safety System) — Detalle técnico ampliado	69
15.2 Dispositivo Garmin Fenix 7X Pro Sapphire Solar — Caracterización técnica	72
15.3 Sinergia funcional DSS + Garmin — Modelo de integración	75

15.4 Impacto operacional de los parámetros biométricos y de vigilancia	77
16. Cuantificación Numérica de los Riesgos	80
16.1 Impacto operativo de los riesgos cuantificados	80
16.2 Análisis detallado de los resultados de las categorías de riesgo	84
16.2.1 Interpretación técnica	84
16.2.2 Recomendación	86
16.3 jerarquía de control de riesgos	88
16.4 Relación entre la cuantificación de riesgos y la jerarquía de control	90
17. Integración del modelo al ciclo PHVA de la ISO 45001:2018	93
18. Profundización de Desarrollo Técnico	96
19. Plan de Implementación de la Solución Tecnológica	96
19.1 Fases de implementación:	97
19.2 Cronograma Tentativo:	98
20. Recursos Detallados	98
20.1 interpretación de costos asociados	99
21. Plan de Capacitación	101
21.1. Destinatarios:	101
21.2. Contenidos:	102
21.3. Modalidad:	103
22. Plan de Monitoreo y Evaluación	103
22.1 Integración en el plan de formación de la compañía	104
22.2 Registro de capacitación	104
22.3 Cronograma de capacitación	106
22.4 Cronograma de capacitación – Justificación	108
23. Análisis del Impacto Esperado	111
23.1 Impacto en Seguridad y Salud Ocupacional	111
23.2 Impacto en Productividad y Eficiencia Operativa	112
23.3 Impacto Económico y de Gestión	113
23.4 Impacto Organizacional y Cultural	115
23.5 Impacto Estratégico y de Sostenibilidad	115
24. Gestión de Incidentes	117
24.1 Calculadora de impactos	117
24.2 Reporte Flash	120
24.3 Reporte de investigación	122
24.4 Procesos de investigación	127
24.5 Metodologías de investigación	129
25. Indicadores de Desempeño de Seguridad	131
25.1 Criterios de Evaluación	132
25.2 Puntuación	136
26. Rol de Emergencia	140

26.1 Principio de Rectores	140
26.2 Roles y Responsabilidades	140
26.3 Escalamiento de Eventos	141
26.4 Matriz RACI de Respuesta de Emergencia vinculadas a la Fatiga	143
27 Conclusiones Finales	144
28. Consideraciones Normativas y Organizativas	145

1. Resumen Ejecutivo

El presente Proyecto Final Integrador aborda de manera integral la problemática de la fatiga laboral en el sector minero, con foco en las operaciones de acarreo de mineral mediante camiones CAT 740 en el yacimiento Cerro Negro (Newmont, provincia de Santa Cruz, Argentina).

La fatiga laboral se reconoce como un riesgo emergente y multicausal, que impacta simultáneamente en la seguridad operativa, la salud de los trabajadores y la productividad organizacional.

A nivel global, algunos organismos (CCOHS, 2019; WorkSafe WA, 2017; ILO, 2020) reconocen que la fatiga contribuye a más del 30% de los incidentes graves en minería de superficie y subterránea.

En el contexto argentino, si bien la Ley 19.587 y el Decreto Reglamentario 351/79 abordan aspectos ergonómicos y de carga física, no existe aún una regulación específica sobre fatiga laboral, lo que confiere al presente trabajo un carácter innovador y pionero dentro del ámbito académico y operativo.

El objetivo del PFI fue evaluar la fatiga laboral en operadores de transporte minero mediante la implementación combinada de tecnología wearable (Garmin Fénix 7X Pro) y sistemas de detección en cabina DSS (Driver Safety System), con el propósito de identificar, cuantificar y gestionar los riesgos asociados al agotamiento físico y cognitivo, fortaleciendo el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) bajo el enfoque de mejora continua PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar).

El estudio se basó en la metodología IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos), complementada con herramientas de gestión, análisis y control operativo:

- ✚ Relevamientos de campo y observación estructurada del ciclo de acarreo.
- ✚ Revisión documental de los procedimientos internos
- ✚ Evaluación del sistema DSS, instalado en cabinas de camiones CAT 740, capaz de detectar microsueños y distracciones mediante visión artificial.
- ✚ Cuantificación de riesgos con la matriz 5x5 de Newmont, integrando tablas de probabilidad y severidad para determinar niveles de riesgo y criterios de acción.

- ✚ Investigación causal de eventos mediante las técnicas de los 5 Porqués y Factores Esenciales.
- ✚ Aplicación del modelo PDCA, conforme a los lineamientos de la ISO 45001:2018, asegurando la trazabilidad del proceso y la mejora continua.

El análisis permitió identificar una multicausalidad compleja en la génesis de la fatiga laboral en operaciones de acarreo:

- Factores disergonómicos: posturas mantenidas, vibración de cuerpo completo y limitación del rango visual.
- Factores ambientales: bajas temperaturas, vientos intensos, polvo en suspensión y ruido continuo.
- Factores psicosociales: aislamiento por roster 14x14, monotonía de ruta y demanda cognitiva sostenida.

La cuantificación de riesgos arrojó que:

- ✓ El 60% de los factores presenta un nivel de riesgo sustancial (NR 9–15), requiriendo intervención inmediata.
- ✓ El 40% restante se ubica en riesgo moderado (NR 6–8), con necesidad de controles administrativos.
- ✓ No se registraron riesgos intolerables, lo que evidencia un sistema de gestión de base sólido, pero con oportunidades de mejora en la prevención predictiva y conductual.

El proyecto propone un modelo de gestión de la fatiga laboral estructurado en tres niveles complementarios:

1- *Controles técnicos (ingeniería)*

- Instalación del sistema DSS en toda la flota de acarreo.
- Uso sistemático de dispositivos Garmin para monitoreo fisiológico.
- Mantenimiento predictivo de sensores y sistemas de alerta.

2- *Controles administrativos*

- Pausas activas estructuradas y rotación de turnos críticos.
- Permisos de trabajo (PT) como verificación previa de aptitud y condiciones seguras.
- Chequeos preoperacionales y verificación del uso de EPP como barreras de control.
- Charlas operativas de pre inicio, orientadas a reforzar liderazgo visible y detección temprana de fatiga.
- Gestión de incidentes con reporte Flash y análisis causal documentado.

3- *Controles médicos y organizativos*

- Vigilancia periódica de salud laboral.
- Integración de indicadores de fatiga dentro del sistema IDHS.
- Evaluación de desempeño mensual mediante el podio de cumplimiento.
- Revisión por el Comité de Gestión de Fatiga, con enfoque en mejora continua y cultura preventiva.

Impactos esperados

En seguridad y salud

- Reducción proyectada de incidentes asociados a fatiga y distracción.
- Detección anticipada de desviaciones fisiológicas.
- Mejora en la percepción de seguridad y bienestar.

En productividad

- Aumento de eficiencia en el ciclo de acarreo.
- Menor ausentismo por agotamiento y mejor disponibilidad operativa.
- Disminución de pausas no programadas.

En desempeño organizacional

- Fortalecimiento del liderazgo visible y de la cultura preventiva.

- Consolidación del enfoque PHVA como eje de gestión.
- Incremento del cumplimiento del IDHS (>90%) y reducción de hallazgos conductuales.

En sostenibilidad

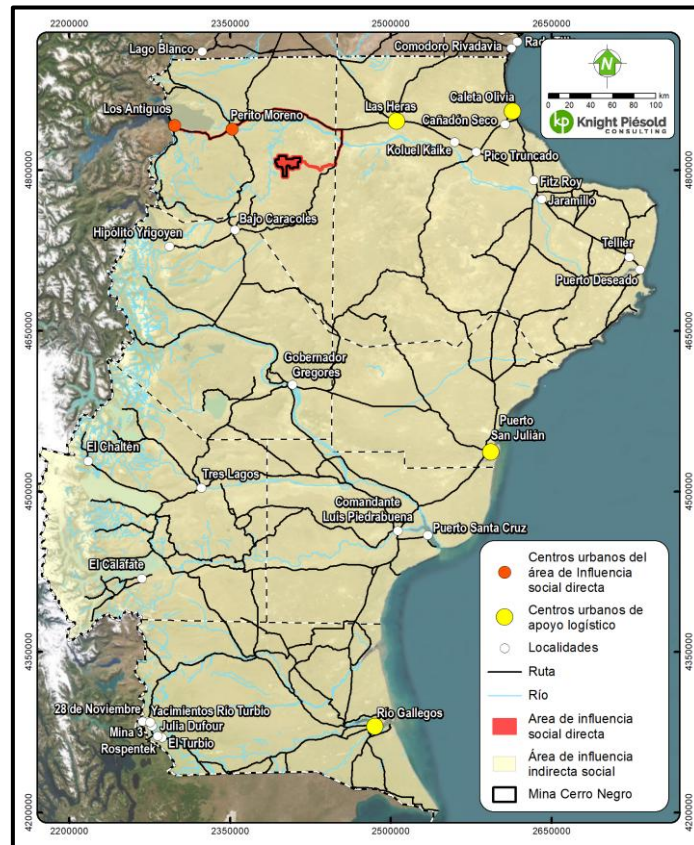
- Contribución a los pilares ESG (Salud, Bienestar y Sostenibilidad Operacional).
- Modelo replicable en otros yacimientos y adaptable a distintas realidades mineras del país.

El modelo propuesto consolida un enfoque proactivo, medible y replicable, capaz de integrar tecnología, ergonomía y cultura organizacional

2. Introducción

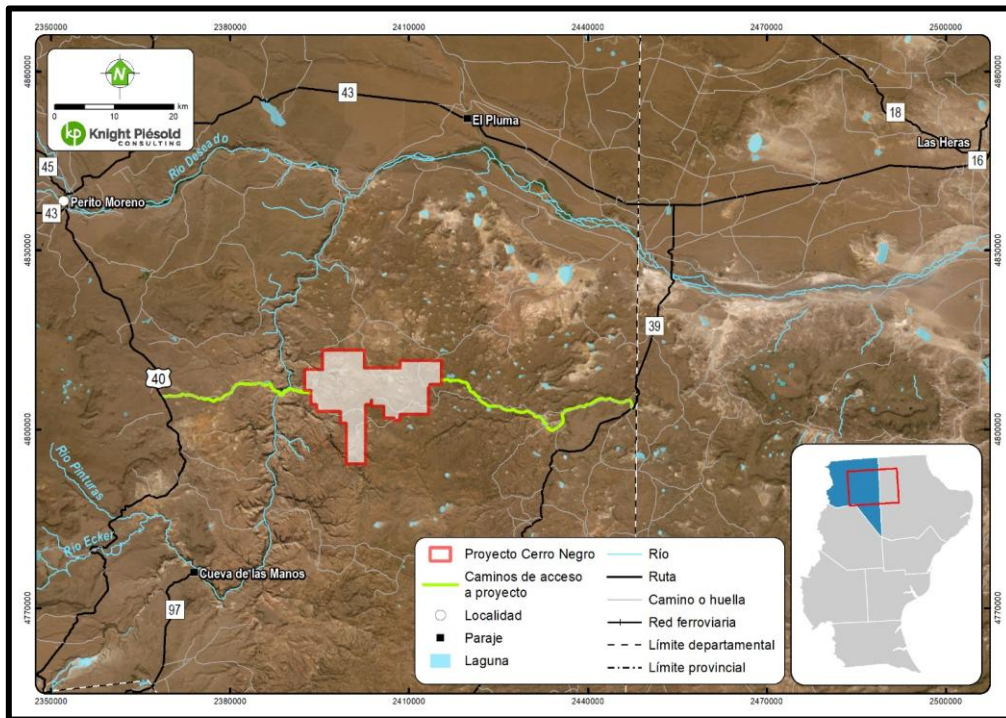
Cerro Negro cuenta con un departamento de seguridad, cuyas personas son las encargadas de liderar los procesos de gestión, pero no son las responsables de la seguridad de las personas. En Cerro Negro existe una política que cada persona es responsable de su propia seguridad, cada una tiene la potestad de detener una tarea si considera que es insegura o si considera que existe algún vacío de información respecto a las tareas de terreno y la documentación administrativa. Los líderes de áreas (Supervisores y Superintendente) deben mostrar el camino, adoptar los recursos necesarios para que las tareas se concreten de acuerdo a los que establecen los procedimientos de seguridad.

El Proyecto Cerro Negro - Newmont se encuentra en la provincia de Santa Cruz, Argentina, a unos 40 km al sureste de la ciudad de Perito Moreno. El acceso al proyecto se realiza a través de la Ruta Nacional 40 o la Ruta Provincial 39. El clima de la región se caracteriza por ser frío y árido, con temperaturas promedio entre 6°C y 8°C, vientos fuertes y constantes provenientes del oeste, que pueden alcanzar ráfagas de más de 100 km/h, y escasas precipitaciones, con una media anual de 166.2 mm y un déficit hídrico de aproximadamente 380 mm al año. Las operaciones de Cerro Negro se encuentran al noroeste de la provincia de Santa Cruz, en la región Lago Buenos Aires, e incluyen estas zonas principales: Eureka, Distrito Marianas (Marianas Norte, Marianas Central y Emilia) Distrito Marianas Expansión (Marianas Norte Este, Marianas Norte Este Beta, San Marcos y San Marcos Sur) y Distrito Este. (Vein Zone, Dique de colas TSF, Bajo Negro, Gato Salvaje y Silica Cap).



Mapa 1 Ubicación de la mina Cerro Negro en Santa Cruz

El objetivo de la mina Cerro Negro es la extracción de minerales de oro y plata, actualmente provenientes de cuatro cuerpos mineralizados principales: Mariana Central, Mariana Norte, San Marcos y Emilia, que conforman el Complejo Marianas, ubicado en uno de los tres distritos geográficamente diferenciados de la mina. En la actualidad, Distrito Este se encuentra en desarrollo y comenzará pronto su fase de explotación.



Mapa 2 Accesos a la mina Cerro Negro

El clima del área donde se sitúa la mina, se define como frío árido de meseta, con temperaturas medias anuales del orden de los 6,2° a los 8,4 °C. Las precipitaciones son escasas y en invierno suelen presentarse en forma de nieve, particularmente en zonas más elevadas, tales como mesetas y cerros circundantes.

Existen cuatro portales para las operaciones subterráneas: uno en Eureka, dos en el área de Mariana y uno en San Marcos. El material extraído se transporta desde los diversos sectores mencionados hasta la planta de proceso.

La planta de procesos se puso en marcha en julio de 2014, mientras que la producción comenzó en septiembre de 2014. El material objetivo de la mina es la generación de Dore (aleación de plata y oro).

El flujo de operación simplificado sería la extracción de material con ley (roca con concentración de oro) de la mina UG, depósito temporario en Stock Pile y acarreo del mineral hacia la planta de procesos en camiones CAT 740.

Pero para un conocimiento más global, este es el flujo completo de producción actual de Cerro Negro. Como se puede ver en la imagen 1 (recuadro celeste punteado), el inicio del ciclo de producción de la planta de procesos es cuando el camión de acarreo (CAT 740) deposita el mineral para iniciar el circuito de molienda y posterior producción.

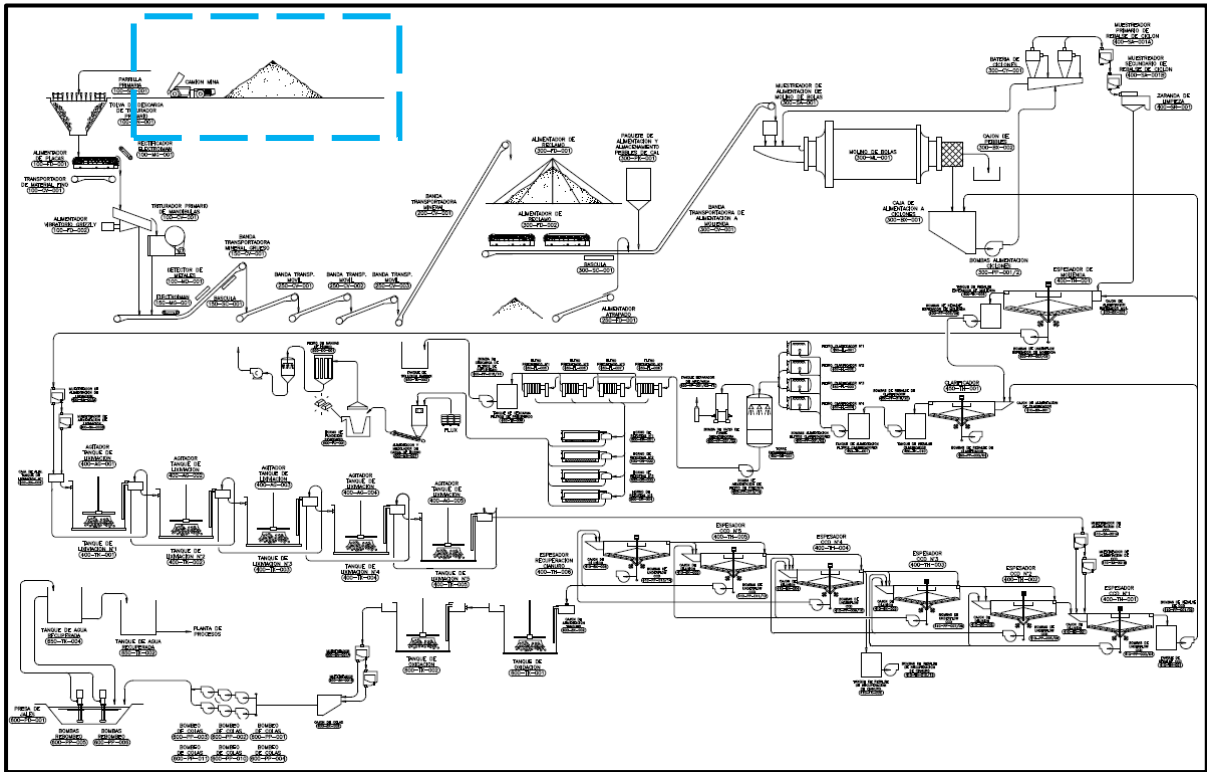


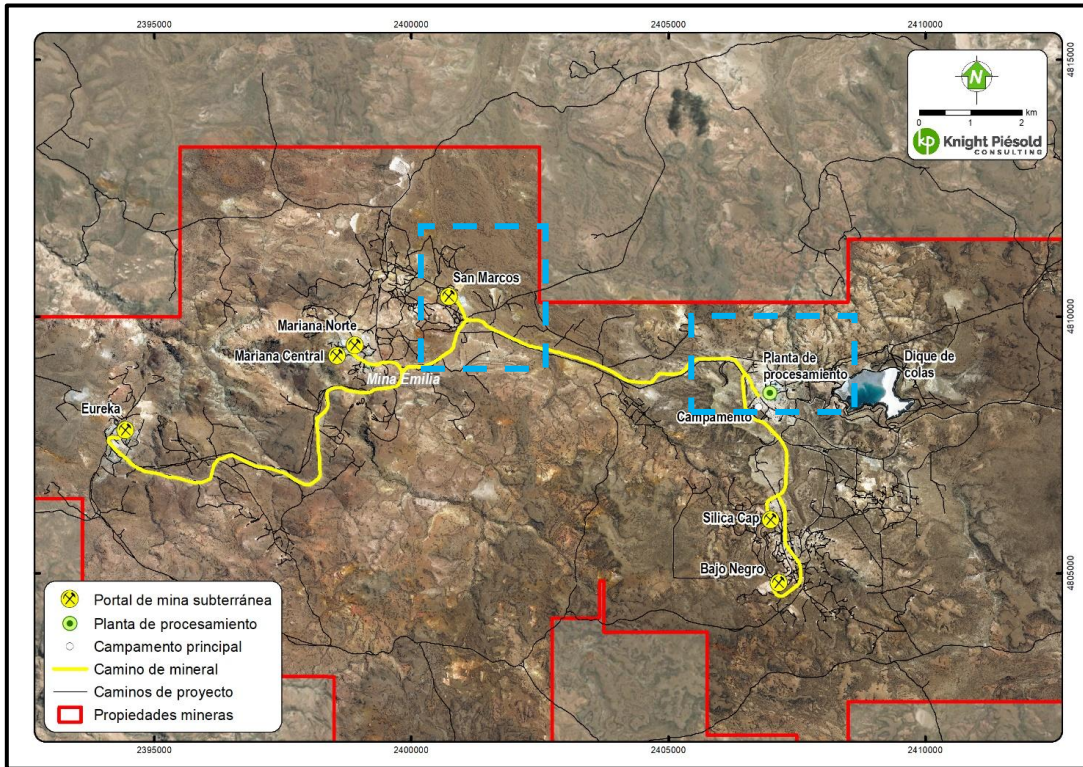
Imagen 1 Diagrama de flujo del proceso

Cerro Negro cuenta con su principal campamento ubicado en Vein Zone (donde también se ubica la planta de procesos). Las personas que allí se desempeñan trabajan en roster, es decir, se quedan en el campamento 7, 14 o 21 días y luego regresan a su domicilio para su periodo de descanso, que variara según la empresa (Newmont o contratista), jerarquía (posición en la compañía) o Rol. Actualmente el campamento tiene capacidad de alojamiento para 1.500 personas.



Imagen 2 fotografía general de campamento Vein Zone

Cerro Negro cuenta con minas subterráneas (Under Ground) ubicadas en diferentes sectores de la concesión minera. Para este caso de estudio, se *considerara el traslado de mineral de la mina San Marcos a la planta de procesos* (ubicada en el campamento Vein Zone), ambas zonas detalladas en mapa 3 con líneas punteadas celestes.



Mapa 3 Circuito de acarreo de mineral

El material extraído se transporta desde los diversos sectores hasta la planta de proceso. Mariana Norte y Mariana Central están situadas a aproximadamente 4,5 km al noreste de Eureka. San Marcos, al noreste de Mariana Norte, se considera parte del complejo Mariana debido a su cercanía. Existen cuatro portales principales para las operaciones subterráneas: uno en Eureka, dos en el área de Mariana y uno en San Marcos. Asimismo, ya se han construido dos portales en Distrito Este, específicamente en Bajo Negro y Silica Cap.



Imagen 4 Portal Bajo Negro y Silica Cap

3. Fundamentación de los objetivos

En el ámbito de la minería, uno de los sectores laborales más exigentes tanto física como mentalmente, el monitoreo de la salud de los trabajadores representa un desafío constante para los sistemas de Higiene y Seguridad. La exposición a turnos prolongados, condiciones climáticas extremas y tareas repetitivas genera un entorno propenso a la fatiga laboral, la cual se reconoce como un factor de riesgo significativo para la ocurrencia de incidentes y accidentes laborales.

La fatiga, entendida como una disminución temporal de la capacidad física y/o mental del trabajador, puede comprometer no solo su salud, sino también la seguridad del entorno de trabajo. A medida que las operaciones mineras adoptan tecnologías de avanzada, surge la oportunidad de incorporar dispositivos *wearables* —*tecnología portátil que monitorea parámetros fisiológicos en tiempo real*— como herramientas de prevención y diagnóstico temprano del agotamiento laboral.

Este Proyecto Final Integrador se fundamenta en la necesidad de avanzar hacia una gestión preventiva más precisa, eficiente y personalizada, que permita identificar y mitigar los riesgos derivados de la fatiga laboral en trabajadores del sector minero. El uso de tecnología wearable representa un aporte innovador en el campo de la Higiene y Seguridad en el Trabajo, ya que permite obtener información objetiva sobre el estado físico del trabajador y actuar en consecuencia antes de que se produzca un evento adverso.

La fatiga laboral constituye un riesgo emergente en la industria minera, reconocido internacionalmente como una de las principales causas de incidentes graves y fatales en operaciones de acarreo y transporte. En Argentina, si bien la Ley 19.587 y su Decreto Reglamentario 351/79 abordan aspectos relacionados con la ergonomía y la carga física, no existe aún una normativa específica que regule la gestión de la fatiga laboral (Ministerio de Trabajo, 1979). Este vacío normativo representa un desafío y, al mismo tiempo, una oportunidad para el desarrollo de propuestas innovadoras que integren tecnología al sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

La Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) ha avanzado en resoluciones que contemplan la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a riesgos ergonómicos y psicosociales (Resolución SRT 295/2003; Resolución SRT 886/2015), sin embargo, la fatiga se encuentra mencionada de forma indirecta como un factor disergonómico. De esta manera, la incorporación de sistemas de detección en cabina (DSS) y dispositivos wearable (Garmin Fénix 7X Pro) constituye un salto cualitativo en la prevención, ya que permite objetivar

parámetros fisiológicos y conductuales que históricamente solo se evaluaban mediante encuestas subjetivas.

La propuesta se alinea con la ISO 45001:2018, en cuanto al deber de identificar riesgos emergentes, implementar controles jerárquicos y garantizar una mejora continua del desempeño en seguridad y salud ocupacional (ISO, 2018). Asimismo, responde a los lineamientos de la OIT sobre fatiga laboral, que recomiendan intervenciones integradas, tanto tecnológicas como organizacionales, para reducir la exposición prolongada a cargas mentales y físicas.

3.1 Objetivo General

Evaluar la fatiga laboral en trabajadores que realizan traslado de mineral desde San Marcos hacia la planta de procesos en camiones CAT 740 mediante la implementación de tecnología wearable, con el fin de identificar riesgos asociados al agotamiento físico y mental, y promover la toma de decisiones preventivas que contribuyan a preservar la salud y seguridad del personal.

3.2 Objetivos específicos

- Detectar y cuantificar los niveles de fatiga mediante dispositivos wearable que registren variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca, el nivel de actividad, la calidad del sueño y otros indicadores relevantes *en los operadores que realizan transporte de mineral desde San Marcos hacia la planta de procesos.*
- Identificar los principales factores de riesgo que inciden en la aparición de fatiga durante las jornadas laborales, considerando aspectos como la duración del turno, la altitud, las condiciones ambientales y las características del trabajo realizado.
- Diseñar e implementar estrategias preventivas basadas en la información recolectada, que incluyan recomendaciones técnicas, organizativas y ergonómicas.
- Elaborar un plan de capacitación para el personal operativo y de supervisión, orientado a la concientización sobre la fatiga laboral y el correcto uso e interpretación de los datos obtenidos mediante tecnología wearable.
- Verificar si los Elementos de Protección Personal (EPP) y las condiciones laborales actuales son adecuadas para mitigar los efectos de la fatiga, proponiendo mejoras en caso de ser necesario.

- Incorporar el uso de tecnología wearable como parte integral del sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, promoviendo una cultura preventiva respaldada por evidencia objetiva y en tiempo real.

3.2.1 Objetivos Específicos con indicadores

1. **Detectar y cuantificar** niveles de fatiga mediante dispositivos wearable.
 - **Indicador:** % de jornadas con registros de HRV por debajo de valores normales
2. **Identificar factores de riesgo** asociados a turnos prolongados, clima y características del trabajo.
 - **Indicador:** número de factores críticos detectados en el análisis IPER
3. **Diseñar estrategias preventivas** basadas en la información recolectada.
 - **Indicador:** cantidad de medidas propuestas integradas al SGSST.
4. **Capacitar al personal operativo y de supervisión.**
 - **Indicador:** % de operadores capacitados en uso de DSS y wearables.
5. **Verificar la adecuación de EPP y condiciones laborales.**
 - **Indicador:** número de desviaciones detectadas en inspecciones ergonómicas.
6. **Incorporar la tecnología wearable** como parte integral del sistema de gestión.
 - **Indicador:** % de reportes de fatiga generados automáticamente en la plataforma Garmin.

4. Marco Teórico

La fatiga laboral es una respuesta fisiológica y psicológica del organismo ante la exposición prolongada a demandas laborales intensas, condiciones ambientales exigentes y turnos extendidos. En el contexto minero, la fatiga se manifiesta como una disminución progresiva de la capacidad física y mental del trabajador, afectando su rendimiento, capacidad de atención, y aumentando el riesgo de incidentes y accidentes laborales.

En actividades desarrolladas en entornos operativos de alta exigencia, como lo es el yacimiento Cerro Negro, la fatiga se ve potenciada por factores como temperaturas bajas, vientos intensos, jornadas prolongadas y tareas repetitivas. Además, la exposición a ruido, vibraciones, posturas mantenidas y turnos de trabajo de hasta 12 horas en régimen 14x14 incrementan el impacto fisiológico del esfuerzo sostenido. Este análisis se focaliza

específicamente en el proceso de traslado de mineral desde el sector de Stock Pile San Marcos hasta la planta de procesos.

La OIT define la fatiga como un estado fisiológico que reduce la capacidad de desempeño y aumenta la probabilidad de error en el trabajo. La NIOSH la describe como un conjunto de signos físicos, mentales y emocionales derivados de la privación de descanso, turnos prolongados o cargas excesivas.

Se distinguen dos grandes tipos: fatiga física, relacionada con el esfuerzo muscular y postural, y fatiga mental/cognitiva, vinculada a la reducción de la atención, memoria y tiempos de reacción.

4.1 Riesgos ergonómicos y disergonómicos asociados a la fatiga

La fatiga puede considerarse un riesgo de naturaleza disergonómica, derivado de condiciones laborales que superan las capacidades fisiológicas del trabajador. Entre los factores contribuyentes se encuentran:

- Movimientos repetitivos
- Posturas forzadas y mantenidas
- Exposición a vibraciones de cuerpo completo (VCC)
- Estrés térmico
- Exposición probable al Ruido continuo por encima de 85 dB(A)

Normativas como la Resolución SRT N° 295/2003 y la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 establecen criterios de protección frente a estas exposiciones. La metodología IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) permite incluir la fatiga como un riesgo emergente a partir de indicadores fisiológicos y subjetivos.

Si bien la fatiga no está categorizada explícitamente en la legislación nacional como un riesgo autónomo, puede ser abordada de forma transversal mediante los criterios establecidos en la Ley 19.587, la Resolución SRT N° 295/2003 y los lineamientos de evaluación IPER como riesgo disergonómico emergente.

Normas como la ISO 2631 regulan la exposición a vibraciones de cuerpo completo, que en minería son uno de los principales factores de fatiga física. En Cerro Negro, los operadores

enfrentan posturas estáticas, turnos prolongados de 12 horas y exposición a condiciones climáticas extremas, lo que incrementa el riesgo de sobrecarga fisiológica.

4.2 Tecnología wearable aplicada a la prevención

Las tecnologías portables o "wearables" son dispositivos diseñados para portar en el cuerpo y recopilar datos fisiológicos en tiempo real. En contextos laborales de alto riesgo, como la minería, estos dispositivos permiten detectar signos tempranos de fatiga, registrar el tiempo efectivo de exposición a condiciones adversas, emitir alertas ante parámetros fuera de rango y generar reportes para la toma de decisiones preventivas.

Las principales tecnologías wearable consideradas en este proyecto son:

- **Relojes inteligentes:** modelos como el Garmin o Suunto 9 Peak Pro permiten el monitoreo continuo de la frecuencia cardíaca, calidad del sueño, consumo energético y niveles de estrés. Son aptos para entornos industriales y pueden generar alertas ante sobrecarga fisiológica.
- **Sistema de Detección de Fatiga (DSS):** conjunto de dispositivos que son instalados en las cabinas de los camiones CAT 740, con capacidad para detectar en tiempo real eventos de fatiga, somnolencia, micro sueños y distracciones mediante el análisis de movimientos oculares y comportamientos del operador. Aunque algunos equipos ya cuentan con la infraestructura necesaria, se propone su instalación como medida de mejora continua.

4.3 Justificación de su aplicación en la minería actual

El monitoreo fisiológico mediante tecnología wearable representa una herramienta innovadora para la gestión de la salud ocupacional en entornos operativos exigentes. En operaciones como las de Cerro Negro, caracterizadas por condiciones climáticas desfavorables, regímenes de turnos prolongados y tareas físicamente demandantes, estos dispositivos permiten complementar las estrategias tradicionales de seguridad y salud con información objetiva en tiempo real.

Al integrar estos datos en los sistemas de gestión existentes (SGSST), es posible diseñar programas de pausas activas, rotación de tareas, adecuación de turnos y rediseño de puestos, contribuyendo a reducir la incidencia de errores humanos, accidentes por descuido y lesiones por sobrecarga fisiológica.

4.4 vacíos de investigación

Si bien existen experiencias internacionales de gestión de fatiga, en Argentina la aplicación de wearables como herramienta preventiva en minería aún no ha sido sistematizada. El presente proyecto constituye un aporte a:

- Generar evidencia objetiva local.
- Integrar metodologías de prevención a sistemas corporativos de gestión.
- Sentar las bases para una futura regulación nacional en la materia.

4.5 Evidencia Internacional

En **Australia**, país pionero en la gestión de fatiga en minería, el Departamento de Minería y Petróleo de Western Australia publicó la guía *Managing Fatigue in the Workplace* (2017), estableciendo límites máximos de horas trabajadas, pausas obligatorias y monitoreo del estado psicofísico de los operadores. Estas directrices sentaron un precedente para otras jurisdicciones mineras del mundo. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4525425/>

En **Canadá**, el *Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS, 2019)* estimó que la fatiga contribuye en un 38% de los accidentes graves en minería subterránea, lo que impulsó el desarrollo de proyectos específicos de gestión de fatiga en faenas mineras de Ontario y Columbia Británica. <https://www.ccohs.ca/oshanswers/psychosocial/fatigue.html#section-1-hdr> .

En **Estados Unidos**, la NIOSH (Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional 2019) incluyó la fatiga entre los riesgos prioritarios a estudiar en minería, enfocándose en la fatiga cognitiva y su relación con la atención en la operación de maquinaria de gran porte. <https://www.cdc.gov/niosh/centers/fatigue.html>

5. Metodología

5.1 Enfoque del análisis

El presente trabajo se enfoca en la evaluación de la fatiga laboral en operadores de camiones CAT 740 encargados del traslado de mineral desde el sector Stock Pile San Marcos hasta la planta de procesos del yacimiento. Se utilizará un enfoque basado en la metodología IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos), centrado exclusivamente en riesgos disergonómicos derivados de la exposición continua a condiciones laborales exigentes y en el uso de tecnologías de monitoreo fisiológico.

5.2 Metodología de abordaje

El abordaje contempló una combinación de técnicas de observación directa, análisis documental y modelización con tecnología wearable, con el objetivo de integrar información objetiva y subjetiva que refleje de manera fiel la problemática de la fatiga en operaciones de acarreo.

- A. Relevamiento de campo mediante observaciones estructuradas del ciclo de acarreo.
 - ✓ Se realizaron observaciones directas del ciclo de acarreo en camiones CAT 740, abarcando fases de carga, transporte, descarga y retorno.
 - ✓ Uso planillas estandarizadas (checklist) para registrar factores disergonómicos, tiempos de exposición, pausas reales vs. planificadas, condiciones de la vía de acarreo y comportamiento de los operadores.

Anexo I: Checklist de Observación del Ciclo de Acarreo – Gestión de Fatiga

Proyecto: Cerro Negro – Newmont

Área: Transporte de mineral – Camiones CAT 740

Observador: _____

Fecha: ___ / ___ / ____

Turno: Día / Noche

Unidad observada: CAT 740 N° _____

1. Factores disergonómicos

Ítem observado	Sí	No	Observaciones
Postura mantenida durante más de 30 min	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Movimientos repetitivos de manos/brazos (palanca, volante)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vibración de cuerpo completo perceptible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ajuste de asiento y apoyos ergonómicos correctos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reporte verbal de incomodidad/dolor lumbar o cervical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. Tiempos de exposición y pausas

Ítem observado	Registro	Observaciones
Duración promedio del ciclo (carga-transporte-descarga-retorno)		

3. Condiciones de la vía de acarreo

Ítem observado	Sí	No	Observaciones
Camino en buen estado (sin baches ni irregularidades severas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Señalización y balizamiento visibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Iluminación adecuada en trayecto nocturno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Presencia de polvo, hielo o nieve que afecte la conducción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tránsito simultáneo de otros equipos pesados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4. Comportamiento del operador

Ítem observado	Sí	No	Observaciones
Uso correcto del cinturón de seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Atención sostenida al frente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Uso correcto de radio VHF para reportes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Signos de fatiga visibles (bostezos, parpadeo excesivo, microcabeceo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cumplimiento de protocolos DSS (alertas respondidas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

5. Observaciones generales

Firma del Observador: _____

Imagen 5 Check list de condiciones de campo

- ✓ Este relevamiento permite identificar riesgos visibles como vibración de cuerpo completo, monotonía del trayecto, pausas no planificadas y condiciones ambientales adversas (bajas temperaturas, viento patagónico).
- B. Revisión documental de procedimientos operativos internos (transporte, DSS, evaluación de fatiga) como insumo técnico.
- C. Entrevistas a trabajadores y supervisores (si es aplicable).

5.3 Tecnologías propuestas para evaluación y mejora

Se propone el análisis y eventual implementación de las siguientes tecnologías en una etapa piloto:

- **Relojes inteligentes:** para registro continuo de frecuencia cardíaca, calidad del sueño y niveles de carga física.
- **Sistema DSS (Detección de Somnolencia y Sueño):** Continuar con la instalación progresiva en camiones CAT 740 para monitoreo en tiempo real de eventos de fatiga, con retroalimentación inmediata al operador y registro centralizado.

5.4 Proceso de implementación sugerido

1. Diagnóstico de línea base: observación y análisis sin dispositivos.
2. Estudio de funcionamiento de DSS en unidades seleccionadas.
3. Prueba piloto de reloj inteligente.
4. Análisis de datos recolectados y evaluación de efectividad.
5. Recomendación de ajustes operativos, capacitación y escalamiento.

5.5 Resultados esperados

- Identificación de patrones de fatiga asociados al ciclo de trabajo.
- Validación del DSS como herramienta de alerta temprana.
- Propuesta de estrategias de gestión de la fatiga con base tecnológica.

- Integración de los datos al sistema de gestión de seguridad e higiene laboral

Metodología



Imagen 6 Descripción grafica de la metodología

6. Historia de la Fatiga Laboral en Minería

La fatiga laboral ha sido identificada como uno de los principales factores de riesgo en la industria minera a nivel global, debido a las condiciones operativas extremas, los regímenes de trabajo prolongados y las tareas altamente demandantes que caracterizan a este sector. Diversas investigaciones científicas y reportes técnicos han profundizado en la comprensión de este fenómeno, aportando evidencia sobre su impacto en la salud de los trabajadores, la seguridad operacional y la productividad de las empresas.

El presente apartado recopila y analiza los principales antecedentes y estudios relevantes sobre la problemática de la fatiga en la minería, con el fin de contextualizar y fundamentar la propuesta de implementación de tecnologías de monitoreo como estrategia preventiva innovadora en el yacimiento Cerro Negro

6.1 Evidencia internacional sobre la Fatiga en la Minería

Australia se posiciona como uno de los países pioneros en el estudio de la fatiga en el sector minero, impulsado por la magnitud de su industria extractiva y la adopción temprana de normativas específicas. Entre los aportes más relevantes se destacan:

- Informe "Managing Fatigue in the Workplace" del Departamento de Minería y Petróleo de Western Australia (2017), donde se establecen lineamientos para la gestión de la fatiga, incluyendo límites máximos de horas trabajadas, pausas obligatorias y monitoreo del estado psicofísico de los operadores.
<https://www.worksafe.wa.gov.au/fatigue-0>
- Proyecto "Fatigue Management in Mining" del Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS, 2019), que identifica la fatiga como factor contribuyente en el 38% de los accidentes graves en minería subterránea.
<https://fatiguescience.com/es/fatigue-management-for-mining>

Esta información confirma la pertinencia y necesidad de adoptar un enfoque preventivo integral en Cerro Negro, incorporando tecnologías de monitoreo continuo que permitan gestionar de manera objetiva y eficiente los riesgos asociados a la fatiga laboral. La experiencia internacional respalda la efectividad de esta estrategia y aporta valiosas referencias para su aplicación en el contexto operativo local.

6.2 Principales factores Psicosociales en Minería

La industria minera se caracteriza por condiciones operativas que, además de los riesgos físicos y ergonómicos, generan importantes desafíos a nivel psicosocial para los trabajadores. La combinación de aislamiento geográfico, turnos prolongados, exigencias físicas y cognitivas, y las características propias del ambiente minero, contribuyen al desarrollo de factores psicosociales que impactan negativamente en la salud mental, el bienestar general y el rendimiento laboral.

Diversas investigaciones han demostrado que estos factores no solo afectan el estado emocional de los trabajadores, sino que también son determinantes en la aparición y agravamiento de la fatiga física y mental, lo que incrementa el riesgo de incidentes laborales

6.2.1 Principales Factores Psicosociales

Los trabajadores mineros, especialmente en proyectos ubicados en zonas remotas como Cerro Negro, se ven expuestos a largos períodos de alejamiento de su núcleo familiar y social, debido a los esquemas de turnos. Este distanciamiento puede generar:

- Sentimientos de soledad y desconexión emocional.
- Dificultades en la conciliación de la vida laboral y familiar.
- Aumento del estrés y la ansiedad, factores que potencian la fatiga mental.

6.2.2 Turnos prolongados y trabajo nocturno

Los extensos turnos de 12 horas, habituales en la minería, junto con la rotación de turnos día/noche, pueden generar:

- Alteraciones en los ritmos circadianos.
- Déficit de sueño acumulado.
- Mayor predisposición a errores, disminución de la atención y fatiga cognitiva.

Estudios en minería subterránea y de superficie han evidenciado que el trabajo nocturno incrementa la probabilidad de somnolencia en comparación con los turnos diurnos.

6.2.3 Exigencias físicas y mentales

La operación de equipos pesados, la exposición a condiciones ambientales extremas (frío, viento) y la alta responsabilidad operativa generan:

- Estrés físico sostenido.
- Sobrecarga mental por la necesidad de mantener niveles de atención elevados.
- Mayor susceptibilidad al agotamiento y la fatiga acumulativa.

6.2.4 Clima Organizacional y liderazgo

El estilo de liderazgo, la comunicación interna y el clima organizacional influyen de manera significativa en la percepción de los riesgos psicosociales:

- Liderazgos autoritarios o desorganizados generan mayor estrés y desmotivación.
- La falta de participación en la toma de decisiones incrementa la percepción de aislamiento.

- Un clima de seguridad positivo y la participación activa del trabajador son factores protectores frente a la fatiga.

7. Relación entre factores Psicosociales y fatiga laboral

La evidencia científica indica que los factores psicosociales no solo afectan la salud mental, sino que tienen un efecto directo y acumulativo sobre la fatiga laboral. Las principales interrelaciones identificadas son:

- El estrés psicosocial altera la calidad y cantidad del sueño, aumentando la fatiga física.
- Los problemas emocionales (ansiedad, depresión) disminuyen la capacidad de concentración y aumentan la somnolencia.
- La fatiga mental y emocional se traduce en errores operativos, lapsos de atención y menor tolerancia al estrés físico.

En el contexto de Cerro Negro, donde se combinan turnos 14x14, condiciones climáticas adversas y tareas de alta exigencia, el impacto de los factores psicosociales puede ser significativo y requiere una gestión integral.

La gestión de la fatiga laboral en el ámbito minero no puede limitarse al monitoreo de variables fisiológicas o al control de factores disergonómicos. Los aspectos psicosociales son componentes esenciales del riesgo, cuya adecuada evaluación y control contribuyen significativamente a preservar la salud integral de los trabajadores, mejorar la seguridad operacional y optimizar el rendimiento productivo en la minería.

8. Investigación de tecnología Wearable para monitoreo de fatiga

La aplicación de tecnología wearable en el monitoreo de la fatiga laboral ha ganado relevancia en industrias de alto riesgo, como minería, petróleo y transporte. Estos dispositivos permiten registrar parámetros fisiológicos clave en tiempo real, brindando información objetiva sobre la carga de trabajo, la recuperación física y los niveles de estrés acumulativo del trabajador.

Para la correcta selección de la herramienta tecnológica más adecuada al contexto minero del yacimiento Cerro Negro, se realizó una comparativa técnica entre distintos modelos líderes en el mercado de wearables industriales y deportivos de alto rendimiento.

8.1 Criterios de evaluación

- Medición de HRV (Variabilidad de Frecuencia Cardíaca) en tiempo real.
- Registro de sueño (duración, calidad y fases).
- Indicadores de estrés y fatiga acumulada (Body Battery).
- Robustez estructural (resistencia a impactos, vibración y temperaturas extremas).
- Autonomía de batería y facilidad de carga

8.2 Dispositivos comparados

Modelo	Garmin Fenix 7X Pro	Suunto 9 Peak Pro	Polar Grit X Pro	Whoop 4.0
HRV en tiempo real	✓ Sí	✓ Sí	✗ No (solo nocturno)	✓ Sí
Body Battery / Readiness	✓ Sí (Body Battery)	✗ No	✓ Recovery Pro	✓ Si (Readiness)
Medición de estrés	✓ Sí (HRV + carga)	✗ Parcial	✓ Sí	✓ Sí
Análisis de sueño completo	✓ Sí (etapas + calidad)	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Resistencia industrial (MIL-STD-810)	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✗ No
Autonomía	Hasta 37 días	Hasta 21 días	Hasta 40 h	Hasta 5 días
Integración con plataformas	Garmin Connect, API	Suunto App, Training Peaks	Polar Flow, API	App propia, integración parcial

Tabla 1 comparativa de dispositivos inteligentes

8.3 Análisis comparativo

Garmin Fenix 7X Pro - Ventajas

- ✓ HRV continua y en reposo, integrada sin necesidad de sensores externos.
- ✓ Métrica Body Battery combinada con sueño y estrés, ideal para anticipar fatiga.
- ✓ Resistencia industrial MIL-STD-810, apto para frío, vibración y polvo.
- ✓ Autonomía extendida con carga solar.
- ✓ Uso documentado en minería, petróleo, defensa y logística pesada.

Desventajas

- ✓ Costo elevado por unidad.

- ✓ Curva de aprendizaje inicial para operarios sin experiencia previa en tecnología wearable

Suunto 9 Peak Pro - Ventajas

- ✓ Alta resistencia estructural.
- ✓ Buena precisión en GPS y altimetría (útil en trabajos de campo).
- ✓ Aplicación móvil robusta y fácil de usar.

Desventajas

- ✓ No posee Body Battery ni readiness score.
- ✓ Menor comunidad de usuarios industriales.
- ✓ Registro de HRV limitado comparado con Garmin.

Polar grit X Pro - Ventajas

- ✓ Excelente análisis del sueño y recuperación nocturna.
- ✓ Sensor cardíaco muy preciso.
- ✓ Interfaz amigable para usuarios nuevos.

Desventajas

- ✓ HRV solo nocturno.
- ✓ No posee alertas inmediatas ante signos de fatiga.
- ✓ Requiere banda adicional para métricas avanzadas.

Whoop 4.0 - Ventajas

- ✓ Métricas de recuperación avanzadas (readiness, carga diaria, sueño).
- ✓ Muy liviano y cómodo para uso 24/7.
- ✓ Orientado al monitoreo continuo y prevención.

Desventajas

- ✓ No posee pantalla (requiere smartphone).
- ✓ Baja autonomía (5 días).
- ✓ No resistente a condiciones extremas de la minería.

- ✓ Sin certificación MIL-STD ni historial probado en minería.



Imagen 7 Reloj Suunto peak, Polar grit X, whoop

8.4 Justificación del Garmin Fénix 7X Pro

La selección del Garmin Fenix 7X Pro como dispositivo wearable responde a su equilibrio entre precisión fisiológica, robustez y compatibilidad con entornos mineros. Es el único dispositivo que integra:

- HRV continua y validada.
- Algoritmos de fatiga y recuperación (Body Battery).

- Certificación militar de resistencia.
- Alta autonomía con carga solar.
- Experiencia previa documentada en industrias de alto riesgo.

Además, su integración con Garmin Connect™ y plataformas externas permite la gestión centralizada de datos, generación de reportes y trazabilidad técnica. *Si bien existen múltiples opciones tecnológicas en el mercado, el Garmin Fenix 7X Pro es el modelo que mejor se ajusta a las exigencias operativas, climáticas y organizativas del yacimiento Cerro Negro. Su uso conjunto con el sistema DSS proporciona una doble capa de protección, combinando monitoreo fisiológico y conductual en tiempo real para prevenir incidentes por fatiga.*

9. Descripción del proceso y contexto operativo

El mineral que se transporta a la planta de tratamiento es el que tiene concentraciones de oro/plata en la roca. Para esto, en el proceso de explotación UG (minería subterránea) en el proceso de explotación del recurso puede haber dos caminos, material sin concentración de oro/plata y material con concentración de oro/plata. El material sin concentración de oro/plata es considerado material estéril, este se retira de UG y luego vuelve como relleno de galerías o caserones. El material con concentración de oro/plata es considerado mineral, y es el elemento de interés para esta industria. Este mineral se acopia transitoriamente en superficie, en un sector denominado Stock Pile que luego es enviado a la planta de procesos.

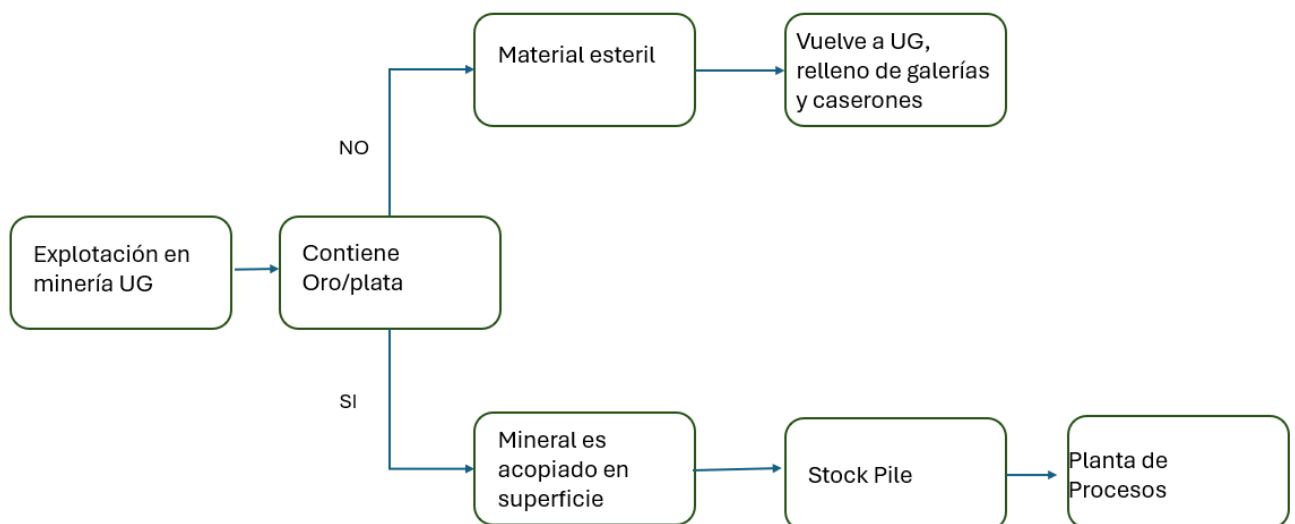


Imagen 8 Flujo simplificado de mineral

En la imagen 9 pueden identificarse los dos acopios del proceso descrito, en amarillo y de mayor envergadura es el Stock de material estéril y en rojo el Stock pile de mineral. La

diferencia de volúmenes radica en que el mineral es trasladado rápidamente a la planta de procesos y el esteril se va trasladando a mina UG en función de las tareas de relleno planificadas



Imagen 9 Stock Pile San Marcos

9.1 Equipos utilizados

Los equipos utilizados para los dos caminos anteriormente descritos son diferentes, debido a las características técnicas que deben tener. El Dumper es utilizado para mover material desde mina UG hacia superficie Stock Pile de esteril o Stock pile de mineral, es un vehículo pesado con restringida velocidad. Su diseño robusto, tracción total y capacidad de carga lo convierten en una herramienta esencial para garantizar la eficiencia operativa y la continuidad del ciclo de producción. Sus características técnicas le permiten poder moverse en espacios reducidos en interior mina. En imagen 10, de modo ilustrativo se incorpora el Dumper



Imagen 10 Dumper de movimiento de material (trayectos cortos)

Una vez que el Dumper deposita el mineral en el Sctok Pile, el camión de acarreo CAT 740 es el encargado de realizar el traslado hacia la planta de procesos. Este camión es manejado por un operador especializado, capacitado para tal fin. Tiene la posibilidad de llevar un acompañante.

El **CAT 740** es un camión articulado de gran porte diseñado para operar en condiciones extremas de trabajo, particularmente en actividades de acarreo de mineral y material estéril en minería y obras de infraestructura pesada. Su estructura robusta, tracción integral y sistemas de control avanzados permiten un desempeño confiable en terrenos irregulares, de baja adherencia y en entornos de alta exigencia operativa. Al ser un vehículo pesado ágil, puede alcanzar velocidades entre 60 y 70 Km/h, es ideal para estas condiciones en este tipo de latitudes.



Imagen 11 Camión CAT 740 (traslado de mineral de distancia)

9.2 Características del trayecto San Marcos – Planta de Procesos

El recorrido desde el Stock Pile San Marcos hasta la Planta de Procesos presenta una serie de particularidades que influyen en las condiciones de operación y en el análisis del riesgo disergonómico:

- Distancia aproximada del trayecto: entre 3 y 6 kilómetros, dependiendo del punto exacto de carga.

- Tipo de terreno: camino consolidado de ripio, con mantenimiento regular y pendientes moderadas.
- Duración estimada del ciclo de acarreo: entre 10 y 15 minutos por tramo.
- Factores climáticos: temperaturas extremas, vientos fuertes, presencia de polvo en suspensión y ocasional formación de hielo en superficie.
- Señalización y controles: el trayecto se encuentra balizado, cuenta con controles de velocidad, estaciones de chequeo y sistemas de comunicación por radio VHF.

9.3 Régimen laboral de los operadores

Los conductores del CAT 740 cumplen turnos de 12 horas bajo un régimen laboral de 14x14, lo que implica 14 días continuos de trabajo seguidos de 14 días de descanso. Este régimen, sumado a las características repetitivas de la tarea, representa una condición relevante para la aparición de fatiga física y mental.

10. Metodología de control operativa

Como complemento fundamental al sistema de monitoreo de fatiga, previo al inicio de cada jornada laboral se implementan controles operativos diarios que permiten evaluar las condiciones de seguridad, salud y fatiga del personal involucrado en el proceso de acarreo. Estos controles tienen carácter preventivo y permiten anticipar desviaciones que podrían incrementar los niveles de riesgo durante la operación.

10.1 Condiciones climáticas y estado de caminos

Antes de salir a terreno, todos los operadores deben verificar el estado del clima. En la latitud donde se allá Cerro Negro, por sus características de meseta patagónica, los vientos en primavera verano y la nieve en temporada invernal suelen ser factores determinantes para el desarrollo normal de las tareas, por esto se realiza un doble chequeo

10.1.1 Condiciones climáticas adversas

Este chequeo se basa en las alertas que se desprenden por la velocidad y rafagas de viento fuerte.

Newmont ARGENTINA						
CONDICIONES CLIMÁTICAS: VIENTO						
Sector	Alerta	Ráfagas (km/h)	Trabajo con equipos de elevación (Izajes)	Trabajos en altura	Actividades a intemperie (nivel del suelo)	Operaciones en superficie
EUREKA	1	44	SUSPENDIDO	SUSPENDIDO	HABILITADO	HABILITADO
MARIANAS	1	49	SUSPENDIDO	SUSPENDIDO	HABILITADO	HABILITADO
SAN MARCOS	1	57	SUSPENDIDO	SUSPENDIDO	HABILITADO	HABILITADO
VEIN ZONE	1	51	SUSPENDIDO	SUSPENDIDO	HABILITADO	HABILITADO
SILICA CAP	1	55	SUSPENDIDO	SUSPENDIDO	HABILITADO	HABILITADO
BAJO NEGRO	1	47	SUSPENDIDO	SUSPENDIDO	HABILITADO	HABILITADO

Recomendaciones generales:

- > Uso de protección ocular
- > Precaución en apertura y cierre de puertas y portones de instalaciones
- > Precaución en apertura y cierre de puertas de vehículos y equipos
- > Atención durante la circulación a pie, por objetos que pudieran ser desplazados por el viento.
- > Controlar los sectores de acopio de materiales, verificando la presencia de sujeciones en los mismos.
- > Mantener los sectores de trabajo (obradores) limpios y sin materiales que pudieran "volarse" e impactar contra personas, animales, instalaciones y/o vehículos.

**Precaución en caminos (servicio y acarreo) por presencia de animales sueltos (caballos, guanacos, choiques).
Precaución en cruce con otros vehículos en camino de servicios: bajar velocidad a 40 km/h.**

Referencias
Alerta 1 - Cuando la velocidad del viento constante o las ráfagas superen los 40 km/h
Alerta 2 - Cuando la velocidad del viento constante o las ráfagas superen los 80 km/h
Alerta 3 - Cuando la velocidad del viento constante o las ráfagas superen los 110 km/h

Imagen 12 Ejemplos de alerta por viento

Las tareas de operaciones de superficie (traslado de mineral) son suspendidas en alerta 3, cuando las ráfagas de viento superan los 100 km/h

10.1.2 Alerta por estado de caminos

El alerta para los caminos es clave para mantener la seguridad operativa en los traslados de quipos y personas, por lo cual se establece un semáforo de estado de camino en función de la condición climática



ALERTAS	SITUACIÓN GENERAL	TRÁNSITO EN CAMINO	VELOCIDADES MÁXIMAS	MEDIDAS DE PRECAUCIÓN	TIEMPO DE RESPUESTA
VERDE	CONDICIONES METEOROLÓGICAS BUENAS VIENTOS MODERADOS MENORES A 30km/h	TRÁNSITO NORMAL	MÁXIMA 60km	RESPECTAR LAS VELOCIDADES DE ACUERDO A CONDICIONES DEL CAMINO	45 MINUTOS
AMARILLO	NEVADAS EN EL SITIO VIENTOS entre 30 y 60km/h BANCOS DE NEBLA VISIBILIDAD REDUCIDA	TRÁNSITO SIN PRECAUCIÓN	MÁXIMA 40km	USO DE CADENAS (SI SON NECESARIAS)	1 HORA
NARANJA	NEVADAS INTENSAS EN SITIO VIENTOS entre 60 y 80km/h VISIBILIDAD REDUCIDA PRESENCIA DE HIELO EN CAMINO	TRÁNSITO RESTRICTO	MÁXIMA 30km	USO OBLIGATORIO DE CADENAS	1.30 HORA
ROJO	CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTREMAS EN SITIO VIENTOS INTENSOS NEVADAS SUPLENDO A BANDA RESPECTAR VELOCIDADES DE EMERGENCIA PRESENCIA DE HIELO EN CAMINO	TRÁNSITO SUSPENDIDO	SOLO VELOCIDADES EMERGENCIA		

ESTADO DEL CAMINO
30 km, 40 km, 60 km
TRÁNSITO SUSPENDIDO
Newmont CERRO NEGRO

Imagen 13 Ejemplos de alerta por estado de caminos

Tránsito Suspendido. Solo podrán transitar vehículos de rescate, emergencias y los autorizados.

Este doble chequeo climático no solo fortalece el análisis de riesgos en el ATS, sino que también se integra como barrera de control de primer nivel en la jerarquía preventiva, anticipando condiciones críticas que podrían incrementar la fatiga cognitiva y el riesgo de incidentes durante la operación de camiones CAT 740.

10.2 Análisis de Trabajo Seguro (ATS):

- Documento obligatorio previo al inicio de tareas.
- Permite identificar peligros específicos de la jornada.
- Verifica condiciones climáticas, estado del camino y del equipo.
- Incluye el chequeo de alertas previas del sistema DSS y registros recientes del wearable Garmin.
- Participación activa del operador, supervisor y acompañante (si corresponde).

ATS ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO

PÁG. 1

TAREA	LUGAR	FECHA	HORA	EMPRESA
-------	-------	-------	------	---------

Identifique el color del mes con una X

<input type="checkbox"/> AZUL	<input type="checkbox"/> ROJO	<input type="checkbox"/> BLANCO	<input type="checkbox"/> VERDE	<input type="checkbox"/> NEGRO	<input type="checkbox"/> AMARILLO
-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

COLOCAR - S = SI	N = NO
------------------	--------

<input type="checkbox"/> VERIFICÓ EL ESTADO DE SUS HERRAMIENTAS.	<input type="checkbox"/> COMPRENDIERON TODAS LAS TAREAS A REALIZAR.
------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

RIESGOS Y PELIGROS	EQUIPOS/OTROS
<input type="checkbox"/> CAIDAS DE ALTURA	<input type="checkbox"/> TRÍPODE PARA SALVAMENTO/RESCATE
<input type="checkbox"/> CAIDAS AL MISMO NIVEL / TORCEDURAS	<input type="checkbox"/> BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS EQUIPADO
<input type="checkbox"/> TRABAJO CERCANÍA A LÍNEAS ELÉCTRICAS	<input type="checkbox"/> BARRICADAS SUAVES
<input type="checkbox"/> CHOQUE ELÉCTRICO / ENERGÍA ACUMULADA	<input type="checkbox"/> BARRICADAS DURAS
<input type="checkbox"/> INCENDIO	<input type="checkbox"/> BARRICADAS PERMANENTES
<input type="checkbox"/> EXPLOSIÓN	<input type="checkbox"/> BARRICADAS TEMPORALES
<input type="checkbox"/> QUEMADURAS / IRRITACIONES POR CONTACTO	<input type="checkbox"/> ESCALERA/S
<input type="checkbox"/> CHOQUES Y/O GOLPES CONTRA OBJETOS	<input type="checkbox"/> ANDAMIOS - INSPECCIONADOS Y ETIQUETADOS
<input type="checkbox"/> ATROPELLAMIENTO	<input type="checkbox"/> 2 PUNTOS DE SALIDA PARA LUGARES DE ALTO RIESGO
<input type="checkbox"/> CAIDA DE OBJETOS	<input type="checkbox"/> DISYUNTOR DIFERENCIAL
<input type="checkbox"/> INTOXICACIONES / ASFIXIAS	<input type="checkbox"/> DETECTOR / TESTER DE VOLTAJE
<input type="checkbox"/> RUIDO	<input type="checkbox"/> ALZA HOMBRES
<input type="checkbox"/> PROYECCIÓN DE OBJETOS/PARTÍCULA	<input type="checkbox"/> LAVA OJOS / DUCHA
<input type="checkbox"/> TRABAJO EN CERCANÍAS DE EQUIPOS PESADOS	<input type="checkbox"/> EQUIPO ESPECIAL: -----
<input type="checkbox"/> CLIMA ADVERSO -----	<input type="checkbox"/> MONITOR DE GASES/EXPLOSÍMETRO
<input type="checkbox"/> ATRAPAMIENTO	<input type="checkbox"/> EXTINTORES O EQUIPOS DE EXTINCIÓN DE FUEGO
<input type="checkbox"/> DERRUMBES / COLAPSOS DE ESTRUCTURA O SUELO	<input type="checkbox"/> DISPONER PANTALLAS PROTECTORAS
<input type="checkbox"/> RADIACIONES	<input type="checkbox"/> OTROS: -----
<input type="checkbox"/> SUPERPOSICIÓN DE TAREAS	<input type="checkbox"/> OTROS: -----
<input type="checkbox"/> DERRAMES	<input type="checkbox"/> OTROS: -----
<input type="checkbox"/> HERIDAS CORTOPUNZANTES	<input type="checkbox"/> OTROS: -----
<input type="checkbox"/> LESIONES LUMBARES / MUSCULOESQUELÉTICAS	<input type="checkbox"/> OTROS: -----
<input type="checkbox"/> OTROS: -----	<input type="checkbox"/> OTROS: -----

ELEMENTOS DE MITIGACIÓN

<input type="checkbox"/> SEÑALIZACIÓN, DELIMITACIÓN	<input type="checkbox"/> SISTEMAS DE COMUNICACIÓN EFECTIVO
<input type="checkbox"/> CONSIGNACIÓN INSTALACIONES, EQUIPOS	<input type="checkbox"/> AVISO EFECTIVO A PERSONAL DE OBRA Y CERCANOS
<input type="checkbox"/> PERMISOS DE TRABAJO: (CUAL?) -----	<input type="checkbox"/> PREVENIR Y/O CONTENER DERRAMES
<input type="checkbox"/> CONEXIONADO A TIERRA	<input type="checkbox"/> VENTILACIÓN
<input type="checkbox"/> HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS DE 24 V.	<input type="checkbox"/> VIGÍAS EXTERIORES
<input type="checkbox"/> INSPECCIÓN DE ENTORNO	<input type="checkbox"/> ESCANEOS DE CÁMARAS ABIERTAS
<input type="checkbox"/> ROLES DE EMERGENCIA	<input type="checkbox"/> OTROS: -----

 SI NO ESTÁN IMPLEMENTADOS
LOS CONTROLES CRÍTICOS

NO LO HAGAS

ATS ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO

PÁG. 2

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<input type="checkbox"/> CASCO	<input type="checkbox"/> ROPA O EQUIPO DE PROTECCIÓN
<input type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> RESPIRADOR, CARA COMPLETA O MEDIA, SCBA
<input type="checkbox"/> ANTIPARRAS / REGULAR O QUÍMICO	<input type="checkbox"/> ARNÉS DE SEGURIDAD
<input type="checkbox"/> CALZADO DE SEGURIDAD / BOTAS DE SEGURIDAD CON PUNTA DE PROTECCIÓN	<input type="checkbox"/> CHALECO DE SEGURIDAD - ALTA VISIBILIDAD
<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN FACIAL	<input type="checkbox"/> AUTO RESCATADOR / LINTERNA
<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN AUDITIVA (TAPONES, COPAS)	<input type="checkbox"/> OTROS: _____
<input type="checkbox"/> GANTES (ADECUADO A LA TAREA) _____	<input type="checkbox"/> OTROS: _____

MARCAR CON UNA X LOS RIESGOS DE FATALIDAD QUE APLIQUEN PARA LA TAREA A REALIZAR



EVALUACIÓN DE RIESGO - RIESGO = PROBABILIDAD POR CONSECUENCIA

RIESGO BAJO: RIESGO QUE SE ENCUENTRA CONTROLADO, PERO QUE DEBE SER SEGUIDO EN FORMA CONTINUA. EL TRABAJO SE PUEDE REALIZAR.

RIESGO MEDIO: RIESGO QUE PUEDE MAGNIFICARSE Y EXPONER AL TRABAJADOR A SUFRIR UN INCIDENTE. EL TRABAJO PUEDE REALIZARSE, PERO CON PRECAUCIÓN

RIESGO ALTO: INDICA QUE EL RIESGO NO HA PODIDO CONTROLARSE Y LA EXPOSICIÓN A UN INCIDENTE ES MAYOR. NO SE DEBE REALIZAR EL TRABAJO HASTA LOGRAR REDUCIR EL RIESGO A UN NIVEL MEDIO O BAJO.

COLOQUE EL RIESGO ALTO - MEDIO - BAJO

EN CASO DE SER RIESGO ALTO, QUÉ DEBE CONTROLAR

El trabajo con energía viva corresponde a cualquier tarea que pone al personal en la línea de fuego de equipos sin aislamiento o energizados con potencial de golpear, aplastar o formar enredos.

EN EL TRABAJO EXISTE PRESENCIA DE ENERGÍA VIVA CUENTA CON LA APROBACIÓN DEL GERENTE

Declaro conocer los riesgos de la actividad antes mencionada y trabajar teniendo en cuenta las acciones necesarias para no sufrir ningún incidente.

NOMBRE Y APELLIDO	DNI	FIRMA	NOMBRE Y APELLIDO	DNI	FIRMA

OBSERVACIONES:

x

Nombre y Firma del Supervisor o Responsable de la Tarea

Imagen 14 ATS (Análisis de Trabajo Seguro)

10.3 Permiso de Trabajo (PT):

El Permiso de Trabajo (PT) constituye una herramienta de control operativo y verificación previa que garantiza que toda tarea ejecutada en el yacimiento se realice bajo condiciones seguras, controladas y formalmente autorizadas.

Su aplicación responde a los lineamientos del procedimiento corporativo CN-HSS-PRO-030 – Gestión de Permisos de Trabajo y se enmarca dentro del sistema de gestión de riesgos fatales definido por Newmont Risk Management Standard (RMS) y por la ISO 45001:2018, cláusulas 8.1 y 8.2 (planificación y control operacional).

El PT actúa como una barrera administrativa de validación previa al inicio de la jornada o de una tarea específica, asegurando que todas las condiciones críticas de seguridad, ergonomía y salud —incluyendo la aptitud del trabajador, la idoneidad del equipo y la ausencia de riesgos incontrolados— hayan sido evaluadas y aceptadas por el personal ejecutante y por la supervisión responsable.

- Valida la aptitud del trabajador para operar el equipo.
- Autoriza formalmente el inicio de la jornada bajo condiciones analizadas/seguras.
- Asegura que el lugar de trabajo y los equipos se encuentren en condiciones seguras, libres de interferencias, contaminantes o riesgos ambientales.
- Confirma la existencia y vigencia de controles críticos y de medidas de mitigación documentadas en el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) correspondiente.

10.3.1 Tipos de Permisos de Trabajo

Los permisos se clasifican según la naturaleza del riesgo asociado a la tarea, contemplando entre otros:

- Permiso de Trabajo Frío: para tareas sin generación de calor, chispas o energía (p. ej., inspección, ajuste mecánico, mantenimiento de equipos de acarreo).
- Permiso de Trabajo en Caliente: para trabajos con fuentes térmicas o ignición (soldadura, corte, amolado).
- Permiso de Izaje y Elevación: para maniobras con grúas, camiones o equipos de levante.
- Permiso de Espacio Confinado y Excavaciones: para tareas en sectores con riesgo de atmósferas peligrosas o derrumbes.
- Permiso de Trabajo en Altura: para operaciones que superen los 1,80 m del nivel de piso.

Cada permiso incluye una lista de verificación obligatoria (checklist) con ítems de control específicos: capacitación, charla de 5 minutos, delimitación del área, revisión de equipos, condiciones del entorno, comunicación entre áreas y plan de contingencia

PERMISO FRIO

PÁG. 1

RECOMENDACIONES GENERALES:

1. Recomendaciones relativas a las ejecuciones de las actividades, deberán seguirse rigurosamente.
2. Inspeccionar los servicios antes de su inicio, verificando el lugar de trabajo, el ATS, riesgos de fatalidad y controles críticos y asegurándose que todos los recaudos fueron adoptados.
3. Este Permiso es válido solamente si está firmado por el Solicitante y el Autorizante.

TRABAJO EJECUTADO POR:

PERMISO DE TRABAJO N°:

<input type="checkbox"/> NEWMONT	<input type="checkbox"/> CONTRATISTA	FECHA	HORA INICIO	HORA FINALIZ.	ATS Consistente
Trabajos que serán realizados			Lugar/Área/Equipo a intervenir		

SOLICITANTE (Firma y aclaración)
 AUTORIZANTE (Firma y aclaración)

A COMPLETAR POR PERSONAL EJECUTANTE "He leído el Permiso, entiendo su naturaleza y me comprometo en tomar las precauciones necesarias para efectuar el trabajo con seguridad."

NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	HORA

Identifique los Riesgos de Fatalidad presentes en su tarea. Marque con un círculo.



Esta tarea necesita de otro permiso - S = SI N = NO N/A = NO APLICA

<input type="checkbox"/>	PERMISO DE TRABAJOS DE IZAJES CRÍTICOS.
<input type="checkbox"/>	PERMISO DE TRABAJOS DE IZAJE NORMAL.
<input type="checkbox"/>	PERMISO DE TRABAJOS DE EXCAVACIONES.
<input type="checkbox"/>	PERMISO DE TRABAJOS EN ESPACIO CONFINADO.
<input type="checkbox"/>	PERMISO DE TRABAJOS EN CALIENTE.
<input type="checkbox"/>	PERMISO DE BLOQUEO Y ETIQUETADO.
<input type="checkbox"/>	PERMISO DE TRABAJO EN ALTURA.

PERMISO FRIO

PÁG. 2

Ítems a ser verificados - S = SI N = NO N/A = NO APLICA	
<input type="checkbox"/>	SE HA EFECTUADO LA CHARLA DE 5´ CORRESPONDIENTE Y SU CONTENIDO ES ACORDE CON LA TAREA.
<input type="checkbox"/>	EL PERSONAL HA SIDO CAPACITADO EN RELACIÓN CON LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR.
<input type="checkbox"/>	EL PERSONAL HA SIDO INSTRUIDO EN RELACIÓN A LOS RIESGOS QUE PUEDEN PRESENTARSE DURANTE EL TRABAJO.
<input type="checkbox"/>	EL SECTOR SE ENCUENTRA CON ORDEN Y LIMPIEZA.
<input type="checkbox"/>	SE HA DELIMITADO Y AISLADO EL ÁREA DE TRABAJO.
<input type="checkbox"/>	SE ENCUENTRA EL EQUIPO O ZONA LIBRE DE GASES - PRESIÓN - SUSTANCIAS QUÍMICAS.
<input type="checkbox"/>	SE ENCUENTRAN LOS EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS REVISADAS Y EN BUEN ESTADO.
<input type="checkbox"/>	ES ADECUADO EL ACCESO AL LUGAR DE TRABAJO.
<input type="checkbox"/>	LAS CONDICIONES DEL SECTOR DE TRABAJO SON ADECUADAS.
<input type="checkbox"/>	SE REVISARON INTERFERENCIAS CON OTROS TRABAJOS ADYACENTES.
<input type="checkbox"/>	EL PERSONAL CONOCE Y ENTIENDE SU FUNCIÓN DENTRO DEL PLAN DE EMERGENCIA Y/O CONTINGENCIA.

CIERRE DEL PERMISO

Ítems a ser verificados - S = SI N = NO			
<input type="checkbox"/>	Otras áreas / equipos informados s/finalización del trabajo.	<input type="checkbox"/>	Área desobstruída.
<input type="checkbox"/>	Equipos / instalaciones inspeccionadas.	<input type="checkbox"/>	Área limpia y ordenada.
<input type="checkbox"/>	Protecciones recolocadas.	<input type="checkbox"/>	Residuos dispuestos de acuerdo con procedimientos.
<input type="checkbox"/>	Tarjetas y candados de bloqueo retirados.	<input type="checkbox"/>	Es necesario dejar el sector vallado.
<input type="checkbox"/>	Equipos / instalaciones probadas.	<input type="checkbox"/>	Energías reconectadas.
<input type="checkbox"/>	Vallados y señalización retirados.	<input type="checkbox"/>	Otros controles.

HORA DE CIERRE DEL PERMISO

x _____
SOLICITANTE (Firma de cierre y aclaración)

x _____
AUTORIZANTE (Firma de cierre y aclaración)

Imagen 15 Permiso de Trabajo

10.4 Chequeo preoperacional del equipo

El chequeo preoperacional constituye un control crítico de seguridad implementado en la fase previa al inicio de la jornada de acarreo, cuyo objetivo es verificar el estado mecánico, operativo y de seguridad del camión antes de su puesta en marcha.

Forma parte de los controles de línea de defensa primaria definidos por el procedimiento CN-HSS-PRO-027 – Inspecciones y Controles Operacionales, y se aplica a todos los vehículos pesados de acarreo (CAT 740 y similares) que participan en la operación minera de Cerro Negro.

Este procedimiento tiene carácter preventivo y obligatorio, y se orienta a evitar fallas mecánicas o condiciones inseguras que puedan derivar en incidentes, detenciones no programadas o afectación de la seguridad del operador.

Asimismo, contribuye a la detección temprana de condiciones disergonómicas o ambientales que puedan potenciar la fatiga laboral del conductor.

- Revisión diaria de condiciones mecánicas y de seguridad del camión de acarreo antes de iniciar su operación.
- Incluye verificación de:
 - Estado general de neumáticos y presión.
 - Funcionamiento de frenos y sistemas hidráulicos.
 - Sistema de luces, alarmas sonoras y dispositivos de emergencia.
 - Funcionamiento correcto del sistema DSS.
 - Ausencia de fugas de fluidos.
 - Estado de la cabina (limpieza, visibilidad, señalización interna, cinturón de seguridad operativo).

CHECK LIST PRE USO Vehículos Pesados					
FECHA:		HORA:		CAMION :	
TURNO:			SECTOR:		
CHOFER:			KILOMETRAJE:		
ITEM	SEGURIDAD	OPERATIVO		DESCRIPCION	
		SI	NO		
1	FUNCIONAMIENTO DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO				
2	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO SUPERIOR AL MINIMO				
3	FUNCIONAMIENTO DEL FRENO DE PIE				
4	NIVEL DE REFRIGERANTE DE MOTOR SUPERIOR AL MINIMO				
5	NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR SUPERIOR AL MINIMO (MOTOR PARADO)				
6	MATAFUEGO EN CONDIIONES OPERATIVAS Y CARGADO				
7	VERIFICAR CONDICION GENERAL DE NEUMATICOS				
8	REVISAR BULONES DE RUEDAS				
9	FRENO MOTOR				
10	DIRECCION				
11	CINTURON DE SEGURIDAD EN BUENAS CONDICIONES DE USO				
ITEM	CONDICIONANTES DEL FUNCIONAMIENTO	OPERATIVO		DESCRIPCION	
		SI	NO		
12	ALARMA RETROCESO OPERATIVAS. FUNCIONAMIENTO DE LA BOCINA				
13	NIVEL DE LIQUIDO DE FRENO SUPERIOR AL MINIMO				
14	NIVEL DE FLUIDO DE EMBRAGUE SUPERIOR AL MINIMO				
15	NIVEL DE FLUIDO DE DIRECCIÓN SUPERIOR AL MINIMO				
16	LUZ DE RETROCESO				
ITEM	DETALLE GENERAL	ESTADO		DESCRIPCION	
		BUENO	MALO		
17	VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL HOROMETRO				
18	CHEQUEAR CONDICION GENERAL DE LA CARROCERIA. BUSCAR GOLPES RECIENTES. ESTADO DE VIDRIOS Y PARABRISAS				
19	REVISAR PANEL DE CONTROL POR DAÑO O MAL FUNCIONAMIENTO (INDICADORES DE TABLERO)				
20	ORDEN Y LIMPIEZA DE CABINA DE OPERADOR				
21	CALEFACCION				
22	ASIENTOS				
23	ESPEJOS RETROVISORES				
24	LIMPIAPARABRISAS				
25	BOTIQUIN				
26	FUNCIONAMIENTO LUCES DIRECCIONALES				
27	FUNCIONAMIENTO LUZ DE CABINA				
28	FUNCIONAMIENTO DE LA LUZ DE FRENO				
29	FUNCIONAMIENTO DE FAROS DELANTEROS (LUZ ALTA Y BAJA)				
30	FUNCIONAMIENTO DE FAROS TRASEROS				
31	RADIO				
32	CONOS DE SEÑALIZACION				
MOTOR Y ACCESORIOS					
33	ENCENDIDO				
34	BATERIA				
35	SEPARADOR DE AGUA Y COMBUSTIBLE				
36	PURGA DE AGUA DE CONDENSACIÓN (AIRE COMPRIMIDO)				
CISTERNA					
37	ESTADO GENERAL DEL CISTERNA U OTROS (TANQUE, BATEA, CAJA)				
TRANSMISION Y DIRECCION					
38	CONDICION Y FUNCIONAMIENTO O DE LA PALANCA DE CAMBIOS DE MARCHA SPLIT Y RANGE				
39	BLOQUEO DE DIFERENCIAL (6X4)				
40	EMBRAGUE				
EQUIPO OPERATIVO		SI	NO	Firma operador	
PLAN DE ACCION					
ITEM	TAREA A DESARROLLAR	QUIEN	CUANDO	CONTROL	

Imagen 16 Check list pre operacional de vehículos pesados

10.5 Verificación de uso de Elementos de Protección Personal (EPP):

La verificación del uso correcto y permanente de los Elementos de Protección Personal (EPP) constituye un requisito esencial de control preventivo en la operación minera. Su objetivo es garantizar que todo trabajador expuesto a riesgos operativos, ambientales o ergonómicos se encuentre adecuadamente protegido antes del inicio de sus tareas, minimizando la probabilidad de lesiones por exposición directa, impactos, ruido o agentes físicos.

Esta verificación forma parte del control operativo diario y se encuentra normada por los procedimientos corporativos CN-HSS-PRO-008 – Control de EPP y CN-HSS-PRO-027 – Inspecciones y Controles Operacionales, además de estar alineada con las disposiciones de la Ley Nacional 19.587, su Decreto Reglamentario 351/79 y la Resolución SRT 299/11, que establecen la obligación del empleador de proveer, capacitar y supervisar el uso adecuado de los EPP.

- Control visual y documental del uso obligatorio de EPP antes del inicio de operación.
- Garantizar el uso efectivo de los elementos de protección definidos como obligatorios por puesto y tarea.
- Verificar la integridad y certificación vigente de cada elemento utilizado.
- Prevenir desviaciones o incumplimientos que puedan generar exposiciones innecesarias a riesgos críticos.
- Fortalecer la cultura de autocuidado y la responsabilidad compartida entre trabajadores y supervisores.
- Los EPP mínimos incluyen:
 - Casco de seguridad certificado.
 - Protección auditiva.
 - Lentes de seguridad.
 - Guantes adecuados.
 - Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Supervisión directa de cumplimiento por parte del supervisor de turno.



Imagen 17 Elementos de protección personal (EPP)

La implementación sistemática de estos controles previos permite fortalecer el sistema de gestión de riesgos por fatiga, actuar preventivamente y minimizar la probabilidad de incidentes vinculados al estado psicofísico de los operadores antes de iniciar el ciclo de trabajo prolongado.

10.5.1 Roles y responsabilidades en el uso de EPP

Rol	Responsabilidad
Operador	Utilizar correctamente los EPP provistos, mantenerlos en buen estado y reportar cualquier defecto.
Supervisor de turno	Realizar la inspección visual previa, registrar cumplimiento y reforzar el uso durante la jornada.
Seguridad e Higiene	Ejecutar inspecciones aleatorias, capacitar en uso correcto y consolidar indicadores de cumplimiento.

Gerencia de Operaciones	Asegurar disponibilidad y presupuesto para reposición de EPP certificados.
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------

Tabla 2 Responsabilidades en el uso de EPP

10.6 Evaluación Obligatoria de Fatiga y Somnolencia

Como parte de las medidas preventivas implementadas para mitigar los riesgos asociados a la fatiga laboral en los operadores de camiones CAT 740, se establece la aplicación obligatoria y sistemática de la Herramienta de Evaluación de Fatiga y Somnolencia, diseñada específicamente para identificar condiciones de riesgo antes de que se materialicen incidentes durante la operación.

Esta evaluación deberá ser realizada por la totalidad del personal afectado al proceso de acarreo de mineral, complementando los controles diarios de inicio de turno (ATS, Permiso de Trabajo, Chequeo preoperacional) y las tecnologías de monitoreo continuo (Sistema DSS y dispositivos Garmin).

El instrumento permite detectar de manera temprana indicadores de fatiga fisiológica y cognitiva, considerando aspectos como:

- Calidad y cantidad de sueño en las últimas 24 y 48 horas.
- Tiempo total de vigilia al finalizar el turno.
- Estado subjetivo de alerta y nivel de concentración.
- Factores externos que puedan afectar la aptitud operativa (consumo de alcohol, medicación, estrés).

Los resultados de esta evaluación son registrados, analizados y utilizados como insumo para la toma de decisiones preventivas, pudiendo derivar en pausas obligatorias, adecuaciones de turno o intervenciones médicas según corresponda.

A continuación, se presenta el instrumento gráfico de evaluación que deberá ser completado por cada operario, con acompañamiento y supervisión del personal de Seguridad, Salud Ocupacional y Líderes de área.

¿Cuántas horas durmió durante las últimas 24 horas?	<input type="checkbox"/> 7 o más	<input type="checkbox"/> 5 a <7	<input type="checkbox"/> Menos de 5
¿Cuántas horas durmió durante las últimas 48 horas?	<input type="checkbox"/> 14 o más	<input type="checkbox"/> 12 - <14	<input type="checkbox"/> Menos de 12
¿Cuántas horas habrá permanecido despierto al finalizar el turno?	<input type="checkbox"/> Menos de 14 horas	<input type="checkbox"/> 14-16 horas	<input type="checkbox"/> Más de 16 horas
¿Se siente alerta?	<input type="checkbox"/> 1-2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4-5
PUNTAJE	DESCRIPCIÓN		
1	Activo, alerta o totalmente despierto.		
2	Buen nivel operativo pero no al máximo, capacidad de concentración.		
3	Sin energía o falta de alerta. Responde según sea necesario, pero con esfuerzo. Prefiere estar tranquilo en lugar de activo.		
4	Algo confundido, dificultad para concentrarse, torpe, desmotivado.		
5	Cabecea, le cuesta mantenerse despierto, se siente irritable, somnoliento, confundido, con ganas de recostarse.		
¿Cuántas bebidas alcohólicas consumió antes de dormir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Toma algún medicamento u otra sustancia que podría provocarle somnolencia o inaptitud para el trabajo?	<input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Sí
¿Experimenta estrés, problemas de salud u otros problemas personales que afecten de manera significativa su capacidad de concentración y/o sueño?	<input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Sí

Imagen 18 Herramienta de medición de Fatiga

En los casos que el operador detecte signos de fatiga y que pueda cargarlos a la aplicación, si estos signos son moderados o significativos debiera acudir al servicio médico para la atención y evaluación por profesionales.

10.7 Sistema de inspecciones

La gestión preventiva de la fatiga en minería no puede limitarse exclusivamente al uso de tecnologías de monitoreo fisiológico o a controles previos al inicio de la jornada. Resulta imprescindible contar con un sistema de inspecciones técnicas y conductuales, que permita verificar en terreno el cumplimiento efectivo de las medidas adoptadas, identificar desviaciones operativas y corregir fallas que puedan comprometer la seguridad.

Este sistema de inspecciones actúa como complemento dinámico del sistema de gestión de fatiga, aportando evidencia directa y objetiva sobre la implementación de los controles, el comportamiento del personal y el estado de los equipos involucrados

10.7.1 Tipología de inspecciones aplicables

Las inspecciones se clasifican en función de su objetivo y modalidad:

- Inspecciones Programadas:** realizadas con periodicidad definida, mediante listas de verificación estandarizadas, orientadas a la evaluación del estado mecánico del vehículo, el uso de tecnología (DSS, Garmin) y el cumplimiento de protocolos preoperacionales.
- Inspecciones No Programadas:** observaciones espontáneas realizadas por supervisores o integrantes del Comité de Gestión de Fatiga durante el desarrollo de las tareas, útiles para detectar comportamientos inseguros, signos visibles de fatiga o desviaciones de procedimiento.
- Inspecciones Temáticas o Focalizadas:** diseñadas para evaluar aspectos específicos del sistema de control de fatiga, como la ergonomía de cabina, el cumplimiento de pausas activas o la interpretación de indicadores fisiológicos por parte del operador.

Para las inspecciones programadas, Cerro Negro cuenta con un formato establecido (imagen 18) como instrumento base para registrar hallazgos en campo. Este documento permite relevar condiciones y actos inseguros, clasificarlos según niveles de riesgo (A, B o C), establecer acciones correctivas con responsables y documentar evidencia.

Gerencia:		Sector:			Área/Equipo:	
Fecha de Inspección:	Tipo de Inspección:	Planeada	Rutina	General	Contratista / Sub-Contratista:	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Responsable de Cumplimiento de Inspección Gerente / Superintendente / Supervisor:	Área:	Líder de la Inspección:			Área:	
		Participantes:			Área:	
		Participantes:			Área:	
		Participantes:			Área:	

Nivel de Riesgo (*)

A	Grave	Condición o práctica capaz de causar muerte, incapacidad permanente, pérdida considerable de equipos/materiales/procesos.
B	Moderado	Condición o práctica capaz de causar una lesión mayor a la/s persona/s, daños o pérdidas en equipos /materiales /procesos menor al nivel de riesgo "A".
C	Leve	Condición o práctica capaz de causar lesiones menores, daño menor a los equipos / materiales / procesos.

Nº	Observaciones de Buenas Prácticas	Comentarios
1		
2		
3		
4		

Nº	Lugar de la Observación	Condiciones o Actos Inseguros	Nivel de Riesgo / Prioridad (*)	Medidas Correctivas/Preventivas	Fecha de Cumplimiento	Cierre Si - No	Responsable de AC/AP	Evidencia fotográfica

Imagen 19 Formulario de inspección de seguridad

El formulario será complementado con ítems específicos adaptados al enfoque de gestión de fatiga, tales como:

- Estado y funcionamiento del DSS.
- Uso correcto del reloj Garmin (wearable activo, sincronización de datos).
- Realización de pausas activas estructuradas.
- Condición ergonómica del puesto de trabajo.
- Presencia de signos observables de fatiga (postura, lenguaje corporal, alertas ignoradas)

10.7.2 Modalidad de aplicación

Tipo de Inspección	Frecuencia	Responsable	Instrumento	Foco Principal
Inspección Operativa DSS	Mensual	Supervisor de Transporte	CN-HSS-FOR-029	Verificación DSS + alertas
Inspección Uso del Garmin	Mensual	Seguridad e Higiene	Lista de verificación adaptada	Registro fisiológico y uso
Inspección Ergonómica Cabina	Semestral	Salud Ocupacional	Informe técnico	Postura, asiento, vibración
Observación No Planificada	Aleatoria	Comité de Fatiga	Planilla breve	Signos visibles de fatiga
Inspección Pre-Jornada	Diaria	Supervisor + Operador	ATS, Permiso de Trabajo	Checklist y aptitud inicial

Tabla 3 aplicación del formulario de inspección

10.7.3 Clasificación de riesgo aplicada a la fatiga

Nivel	Descripción	Ejemplos en contexto de fatiga
A – Grave	Riesgo fatal o incapacidad	DSS desactivado, microsueños detectados, pausa omitida en jornada crítica
B – Moderado	Riesgo de lesión mayor o desvío operativo	Operador sin wearable o sin sincronización de datos, signos moderados de fatiga no gestionados
C – Leve	Riesgo menor o desviación leve	Uso parcial del EPP, pausas incompletas, postura inadecuada sin reclamo

Tabla 4 clasificación según niveles de riesgo

Las observaciones críticas (riesgo A) se integran directamente en el flujo de reportabilidad de incidentes y condiciones inseguras. Este apartado se desarrolla posteriormente.

10.8 Charlas de Pre Inicio

Las charlas operativas de preinicio (también conocidas como *charlas de 5 minutos*, *prestart meetings* o *toolbox talks*) son un pilar clave del control operativo diario dentro del SGSST, y en tu proyecto se vinculan directamente con la prevención de la fatiga, la gestión del riesgo y la cultura de seguridad visible.

Constituyen una herramienta esencial de comunicación preventiva y liderazgo visible en la gestión diaria de las operaciones mineras.

Su objetivo es reforzar el conocimiento de los riesgos, promover la participación activa del trabajador y asegurar que cada jornada comience con una conciencia situacional adecuada, especialmente respecto a condiciones de fatiga, distracción o cambios operativos.

- Asegura que todos los trabajadores reciban información actualizada sobre riesgos específicos del turno o la tarea.
- Fomenta la conciencia preventiva y la autogestión del riesgo.
- Detecta de forma temprana signos de fatiga, estrés o falta de atención antes del inicio de la operación.
- Fortalece la comunicación bidireccional entre supervisores y operadores.
- Promove la cultura de reporte inmediato y la corrección de desvíos en tiempo real.

11. Mantenimiento Preventivo de equipos

La gestión eficaz de la fatiga laboral depende no solo de la instalación inicial de sistemas DSS y dispositivos wearable, sino de la disponibilidad y confiabilidad técnica continua de todos los equipos involucrados en el proceso. El mantenimiento planificado asegura que los sistemas funcionen conforme a especificaciones, evitando fallas críticas que comprometan la detección de fatiga en tiempo real. Para mantener un proceso de mantenimiento eficaz, se deberá considerar:

1. Los planes de mantenimiento deben estar integrados en SAP o software corporativo de mantenimiento.
2. Cada actividad debe generar un registro digital trazable para auditorías internas y externas.
3. Establecer un KPI de disponibilidad operativa mínima del 90% en DSS, Garmin y flota CAT 740.
4. En caso de indisponibilidad del DSS o Garmin en un camión, el vehículo no podrá salir a operar hasta corregir la falla (criterio de seguridad crítica).

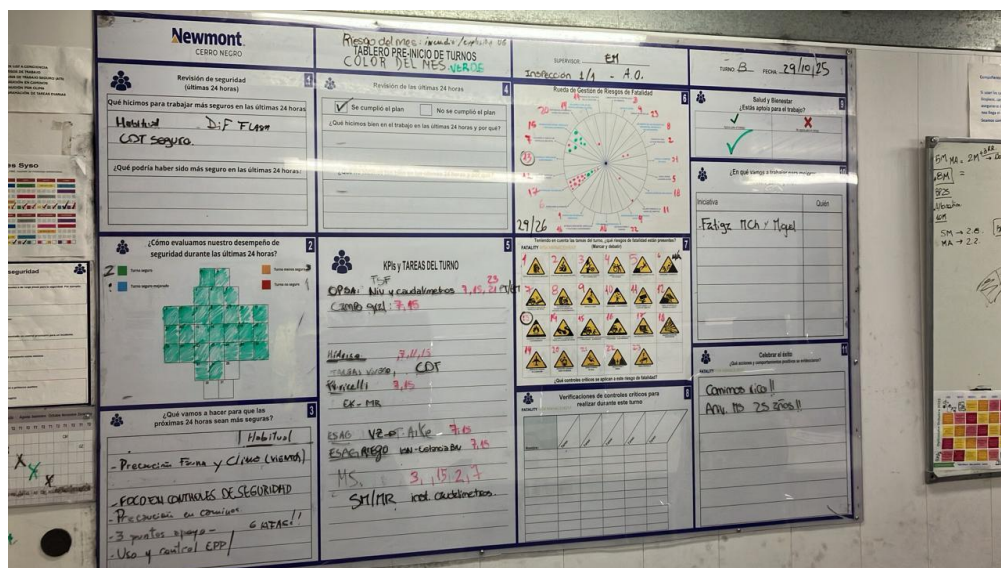


Imagen 20 Charla de Pre Inicio (PSM)

11.1 Mantenimiento del Sistema DSS (Driver Safety System)

Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Responsable	Instrumento/Registro	Observaciones
Calibración de cámara infrarroja y sensor de visión	Semestral	Técnico especialista Caterpillar / Mantenimiento	Registro en SAP o formulario CN-MIN-FOR-115	Garantiza precisión en detección de microsueños
Actualización de software DSS	Semestral	Área TI + Mantenimiento	Informe de actualización	Requiere conexión con servidor Caterpillar
Chequeo funcional (encendido y test rápido)	Diario (antes de jornada)	Operador + Supervisor de turno	Lista de chequeo ATS	Validar que las alertas de sonido/vibración estén activas
Limpieza de sensores ópticos y cámaras	Semanal	Mantenimiento de flota	Planilla CN-MEC-FOR-022	Evita falsas alarmas por polvo
Reemplazo de componentes (cámaras, sensores)	Cada 5 años o por falla	Área de Mantenimiento	Orden de trabajo SAP	Respetar vida útil del fabricante

Tabla 5 Mantenimiento Sistema DSS

11.2 Mantenimiento de Dispositivos Wearable (Garmin Fenix 7X Pro)

Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Responsable	Instrumento/Registro	Observaciones
Carga de batería	Cada 10–15 días	Operador	Checklist personal	Supervisado por jefe de turno
Sincronización de datos en Garmin Connect™	Semanal	Supervisor + Área TI	Informe de sincronización	Garantiza trazabilidad de datos
Control de sensores ópticos (HRV, SpO2)	Mensual	Supervisor	Planilla de control CN-HSS-FOR-087	Revisar precisión de mediciones
Actualización de firmware	Trimestral	Área TI	Informe de actualización	Se hace vía red interna
Reemplazo de correas o unidades dañadas	Según desgaste	Supervisor	Registro de incidentes técnicos	Vida útil promedio: 4–5 años

Tabla 6 Mantenimiento Sistema Garmin

11.3 Mantenimiento de Camiones CAT 740

Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Responsable	Instrumento/Registro	Observaciones
Cambio de aceite y filtros	Cada 250 horas	Mantenimiento de Flota	Orden de trabajo SAP	Según manual Caterpillar
Revisión de frenos e hidráulicos	Cada 250 horas	Mantenimiento de Flota	Checklist CN-MEC-FOR-003	Incluye test dinámico
Control ergonómico de cabina (asientos, cinturones, visibilidad)	Semestral	Supervisor	Informe técnico	Impacta en fatiga disergonómica
Verificación de sistemas eléctricos (conexión DSS)	Mensual	Mantenimiento eléctrico	Registro de mantenimiento	Garantiza alimentación estable al DSS
Inspección de neumáticos y suspensión	Semanal	Operador + Supervisor	Checklist pre-operacional	Influye en vibración de cuerpo completo (ISO 2631)
Limpieza de cabina y visibilidad	Diario	Operador	Lista de chequeo ATS	Reduce carga cognitiva y distracciones

Tabla 7 Mantenimiento de Flota

12. Análisis de Riesgos Específicos

12.1 Enfoque metodológico IPER

Para la identificación y evaluación de los riesgos se utilizará la metodología IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos), focalizada en riesgos disergonómicos y operacionales presentes durante el ciclo de acarreo del mineral en camiones CAT 740.

La IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS presentes en los lugares de trabajo, y la EVALUACIÓN DE RIESGOS, constituyen uno de los pilares principales de toda gestión preventiva de riesgos laborales, si no se han identificado correctamente los riesgos (déficit de riesgos detectados) o la evaluación no contempla todos los aspectos para poder hacer una buena valoración, priorización y jerarquización de los riesgos, las medidas preventivas y de control que se adopten no serán las eficientes y probablemente no evitarán la manifestación de los peligros en riesgos, produciéndose incidentes de trabajo y enfermedades profesionales

12.2 Principales riesgos identificados

Posturas mantenidas y estáticas durante conducción prolongada

Los operadores de los camiones de acarreo, como los CAT 740, permanecen sentados en la misma posición durante la mayor parte de su jornada laboral de 12 horas. Las cabinas, a menudo con un diseño estándar y ajustes limitados, pueden no adaptarse perfectamente a la antropometría de cada operador, llevando a la adopción de posturas no ergonómicas que se mantienen de forma estática.

- Impacto fisiológico: compresión lumbar, sobrecarga muscular en zona cervical y rigidez articular en miembros inferiores.
- Impacto operativo: reducción del confort del operador, aumento de pausas informales, disminución de la concentración en la conducción.
- Riesgo acumulativo: desarrollo de patologías musculoesqueléticas (lumbalgias, cervicalgias) y aumento de ausentismo laboral.

Vibración de cuerpo completo por terreno irregular

Los camiones operan continuamente sobre terrenos irregulares, con baches, pendientes y superficies no pavimentadas dentro del yacimiento minero. Esta operación genera vibraciones que se transmiten a través del asiento y el piso del vehículo al cuerpo entero del operador. La intensidad y frecuencia de estas vibraciones varían según el estado del terreno, la velocidad y la suspensión del equipo.

- Impacto fisiológico: fatiga muscular, dolor lumbar crónico, mayor probabilidad de hernias discales.
- Impacto operativo: incomodidad sostenida que reduce la productividad y obliga a paradas no planificadas; desgaste acelerado de componentes de los camiones

Somnolencia y micro sueños durante turnos extensos

Las jornadas de trabajo prolongadas (12 horas) bajo regímenes rotativos (14x14) y la naturaleza monótona del acarreo pueden perturbar los ciclos y llevar a una acumulación de déficit de sueño. Esto se manifiesta en episodios de somnolencia diurna excesiva y, lo que es más crítico, la aparición de "microsueños", que son episodios breves e involuntarios de sueño (de segundos de duración) que ocurren sin que el individuo sea consciente de ellos.

- Impacto fisiológico: microsueños (>0,5 segundos) identificados por sistemas DSS, pérdida de alerta y reducción de la capacidad de respuesta.
- Impacto operativo: incremento de incidentes de tránsito interno, riesgo de vuelco de camión, colisión con otros equipos y paradas no programadas

✚ **Riesgo de colisión o desvío por fatiga cognitiva**

La fatiga, especialmente la acumulada por jornadas prolongadas y la falta de sueño, no solo afecta el físico, sino también las funciones cognitivas. Esto incluye la reducción de la capacidad de procesamiento de información, la toma de decisiones, la memoria a corto plazo, la atención sostenida y la percepción del riesgo. Un operador con fatiga cognitiva puede no reaccionar adecuadamente ante imprevistos, interpretar erróneamente señales o no calcular bien las distancias.

- Impacto fisiológico: disminución de la función ejecutiva del cerebro, lentitud en la toma de decisiones y percepción limitada del entorno.
- Impacto operativo: aumento de tiempo de reacción ante obstáculos, riesgo de desvíos de ruta, choques contra bermas o pérdida de control en maniobras críticas.

✚ **Falta de pausas activas en jornada de 12 horas**

La naturaleza del trabajo en minería a menudo impone jornadas de 12 horas con pausas limitadas y, a menudo, no estructuradas o insuficientes para permitir una recuperación física y mental adecuada. La falta de interrupciones programadas para estirar, moverse o desconectar brevemente del entorno de trabajo intensifica la acumulación de fatiga.

- Impacto fisiológico: acumulación de tensión muscular, reducción de HRV (variabilidad cardíaca) y disminución del Body Battery en menos del 30% antes de finalizar la jornada.
- Impacto operativo: mayor frecuencia de errores, incremento en la tasa de reportes médicos y prolongación de los tiempos de ciclo de acarreo por pausas informales.

✚ **Monotarea prolongada en trayecto repetitivo**

El acarreo de mineral implica realizar la misma tarea (conducción) a lo largo de rutas predefinidas y repetitivas, a menudo con un paisaje monótono y pocas variaciones en la

actividad. Esta repetitividad y la falta de estímulos externos pueden llevar a un estado de baja activación cerebral y aburrimiento.

- Impacto fisiológico: reducción del estado de alerta y propensión a distracciones visuales.
- Impacto operativo: lapsos de atención, subestimación de riesgos, incremento de colisiones menores y desvíos de ruta.

12.3 Evaluación de riesgos

El nivel de riesgo (NR) se determina en función de la combinación entre la probabilidad de ocurrencia y la severidad de las consecuencias. Tanto la Probabilidad (P) como la Consecuencia (C) se valoran en una escala discreta del 1 al 3, según criterios objetivos (observación, registros, literatura técnica, experiencia operativa).

La siguiente matriz de riesgos será aplicada para valorar cada peligro identificado en el análisis IPER:

Valor	Probabilidad (P)	Ejemplo operativo	Consecuencia (C)	Ejemplo de impacto
1	Baja	Evento muy poco probable o con controles efectivos (p. ej., DSS activo y pausas frecuentes)	Leve	Sin lesión ni pérdida productiva
2	Media	Puede ocurrir esporádicamente (fallas ocasionales de atención o condiciones adversas)	Moderada	Lesión leve, fatiga transitoria, detención operativa parcial
3	Alta	Evento frecuente o recurrente (p. ej., turnos prolongados, tareas monótonas, sin rotación)	Alta	Lesión grave, pérdida de control del vehículo, incidente con daño material

Tabla 8 Probabilidad x consecuencia

Criterios de Acción según el Nivel de Riesgo:

Los siguientes criterios de acción se establecen conforme a la escala de cuantificación numérica ($NR = P \times C$) y la clasificación de riesgo adoptada en la metodología IPER, en cumplimiento con la Ley 19.587, el Decreto 351/79, la Resolución SRT 295/03 y la norma ISO 45001:2018.

Riesgo Trivial (T): No se requiere acción adicional. El riesgo es insignificante y no justifica controles específicos. No es necesario documentar registros más allá del monitoreo de rutina.

Riesgo Tolerable (TO) – NR 1-2: No requiere controles preventivos adicionales significativos. Se recomienda mantener la vigilancia periódica y asegurar la efectividad de los controles existentes.

Riesgo Moderado (MO) – NR 3-4: Requiere la implementación de medidas correctivas dentro de un plazo razonable. Los costos de prevención deben evaluarse en relación con el beneficio esperado. El trabajo puede continuar con supervisión reforzada.

Riesgo Sustancial (SU) – NR 6: No se debe continuar la tarea hasta reducir el riesgo a un nivel aceptable. Se requiere intervención inmediata, rediseño de tareas o aplicación de controles de ingeniería y administrativos adicionales.

Riesgo Intolerable (IN) – NR 9: El trabajo debe suspenderse de inmediato hasta eliminar o reducir el peligro. Las condiciones son inaceptables desde el punto de vista legal y técnico. Requiere acción urgente de corrección y verificación por parte de la supervisión y del Comité de Seguridad.

Esta matriz complementa y profundiza el análisis de riesgos disergonómicos y de fatiga ya desarrollado, otorgando criterios claros y sistematizados para la priorización de acciones correctivas y de control.

Los peligros identificados durante el análisis IPER fueron posteriormente agrupados y consolidados en función de su naturaleza técnica y operativa, permitiendo simplificar y ordenar el tratamiento de los riesgos de manera sistemática. En la siguiente tabla se presentan los riesgos específicos consolidados, donde cada uno contempla las variantes asociadas originalmente relevadas.

Riesgo	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de riesgo	Justificación del nivel asignado	Medidas preventivas sugeridas
Vibración cuerpo completo	Alta	Moderada	Moderado (MO)	Trayectos continuos sobre terreno irregular + turnos de 12h provocan sobrecarga física constante	DSS + evaluación ergonómica del asiento
Fatiga por jornada prolongada	Alta	Alta	Sustancial (SU)	Tareas repetitivas por 12h durante 14 días sin rotación ni pausas estructuradas	Uso de reloj inteligente + pausas activas
Somnolencia en la conducción	Media	Alta	Sustancial (SU)	Turnos nocturnos y repetitividad generan microsueños que afectan la atención	DSS + control supervisor + rotación
Posturas forzadas mantenidas	Alta	Moderada	Moderado (MO)	Posición estática y limitada movilidad por cabina cerrada y prolongada	Capacitación + pausas activas
Distracción / pérdida de atención	Media	Alta	Sustancial (SU)	Monotonía del trayecto y cansancio generan lapsos de atención frecuentes	Sistema DSS + señalización + monitoreo

Tabla 9 Tabla de Evaluación de Riesgos Específicos Aplicada

12.3.1 Proceso de Evaluación de Riesgos por Fatiga:

➤ **Identificación de Peligros:**

- Relevamiento de campo mediante observación directa de los operadores durante el ciclo de acarreo.
- Entrevistas al personal operativo y supervisores.
- Análisis documental de procedimientos, registros de jornada y reportes de incidentes.

➤ **Análisis de Riesgos:**

- Descripción detallada del peligro.
- Evaluación de las condiciones operativas específicas (tiempo de exposición, características de la tarea, entorno físico).

➤ **Valoración de Riesgos:**

- Asignación de niveles de probabilidad de ocurrencia.
- Asignación de niveles de consecuencia potencial.
- Determinación del nivel de riesgo combinado (Probabilidad x Consecuencia).

➤ **Determinación de Controles Existentes:**

- Identificación de los controles actuales ya implementados (procedimientos, DSS, pausas, capacitación, controles médicos).

➤ **Definición de Medidas de Mitigación Adicionales:**

- Propuesta de nuevos controles específicos por riesgo no controlado o parcialmente controlado.

➤ **Verificación y Seguimiento:**

- Definición de indicadores de control.
- Auditorías internas.
- Revisión periódica por el Comité de Gestión de Fatiga.

Este flujo metodológico garantiza un abordaje sistemático, objetivo y técnicamente validado para la identificación temprana y el control efectivo de los riesgos vinculados a la fatiga. A continuación, un análisis del proceso mencionado.

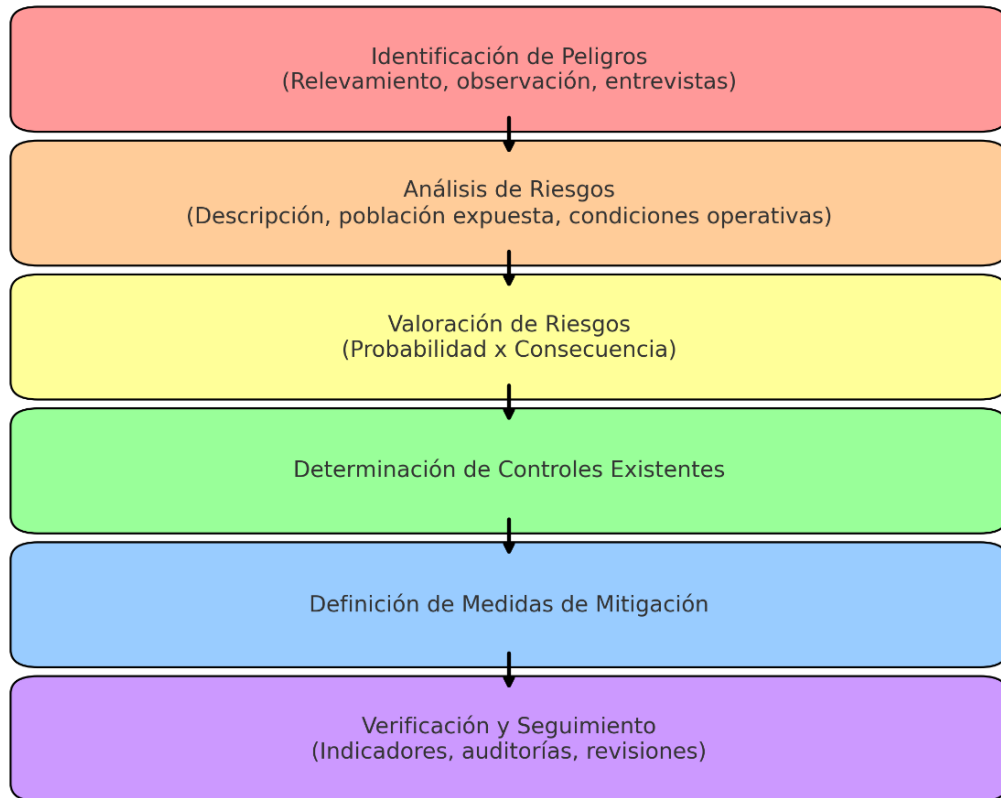


Imagen 21 Diagrama de flujo del proceso de evaluación de riesgos

12.4 Relación normativa

Este análisis se enmarca en la legislación y normativa vigente en materia de Higiene y Seguridad en el Trabajo:

- **Ley 19.587:** establece las disposiciones generales de higiene y seguridad en el trabajo en Argentina. El artículo 8° contempla la adopción de medidas preventivas para preservar la salud psicofísica del trabajador, lo cual aplica directamente al control de factores de riesgo como la fatiga laboral.
- **Decreto Reglamentario 351/79:** reglamenta aspectos específicos de la Ley 19.587. El Anexo V establece criterios sobre ergonomía y fatiga laboral, incluyendo la

necesidad de diseñar condiciones laborales que reduzcan la carga física y mental, mediante pausas, rotación de tareas o rediseño de estaciones de trabajo.

- **Resolución SRT 295/2003:** determina la obligatoriedad de identificar factores de riesgo disergonómico, incluyendo posturas forzadas, carga física, movimientos repetitivos y tiempo de exposición. Su aplicación se relaciona con la evaluación de los turnos prolongados y la operación continua de vehículos pesados.
- **Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo:** incorpora el concepto de prevención como eje rector del sistema, reconociendo a las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo (ART) como responsables de monitorear y corregir condiciones laborales que puedan derivar en enfermedades profesionales, como la fatiga crónica.
- **Normas internas de Newmont Cerro Negro:** como los procedimientos CN-HSS-PRO-087 y CN-MIN-PRO-115, que establecen criterios específicos para la evaluación de fatiga y uso del sistema DSS, apoyando el cumplimiento de la legislación nacional con medidas operativas concretas y tecnológicamente validadas.

Esta base normativa respalda la inclusión de tecnologías como el DSS, el rediseño ergonómico de cabinas (en caso de necesidad), la gestión de turnos y la evaluación periódica de condiciones disergonómicas, enmarcando el proyecto dentro de una política de seguridad integral y mejora continua. de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Resolución SRT N° 295/2003 sobre riesgos disergonómicos, y procedimientos internos de Newmont Cerro Negro (evaluación de fatiga, uso de DSS y control de vehículos).

13. Liderazgo, Compromiso, Roles y Responsabilidades

13.1 Política de liderazgo y compromiso

El control de los riesgos vinculados a la fatiga laboral en el proceso de acarreo de mineral requiere un fuerte compromiso de la organización, encabezado por la alta dirección, enmarcado dentro de su sistema de gestión integral de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente. Este compromiso se traduce en la asignación de recursos, definición de políticas, seguimiento de indicadores y promoción de una cultura preventiva sustentada en decisiones basadas en el riesgo.

13.2 Asignación de responsabilidades operativas

La responsabilidad general recae sobre la Gerencia de Seguridad e Higiene, quien supervisa la correcta aplicación de los controles operativos establecidos. Las áreas involucradas en el cumplimiento de este plan son:

- **Gerencia de Operaciones:** garantiza el cumplimiento de los procedimientos operativos relacionados al acarreo de mineral.
- **Supervisión de Transporte:** realiza el seguimiento directo de los conductores y el control del uso adecuado de los dispositivos DSS.
- **Departamento de Salud Ocupacional:** coordina los controles médicos, monitorea la exposición crónica a fatiga y lidera las campañas de sensibilización.
- **Departamento de Recursos Humanos:** gestiona la capacitación, pausas activas, adecuación de turnos y rotaciones de los operadores.

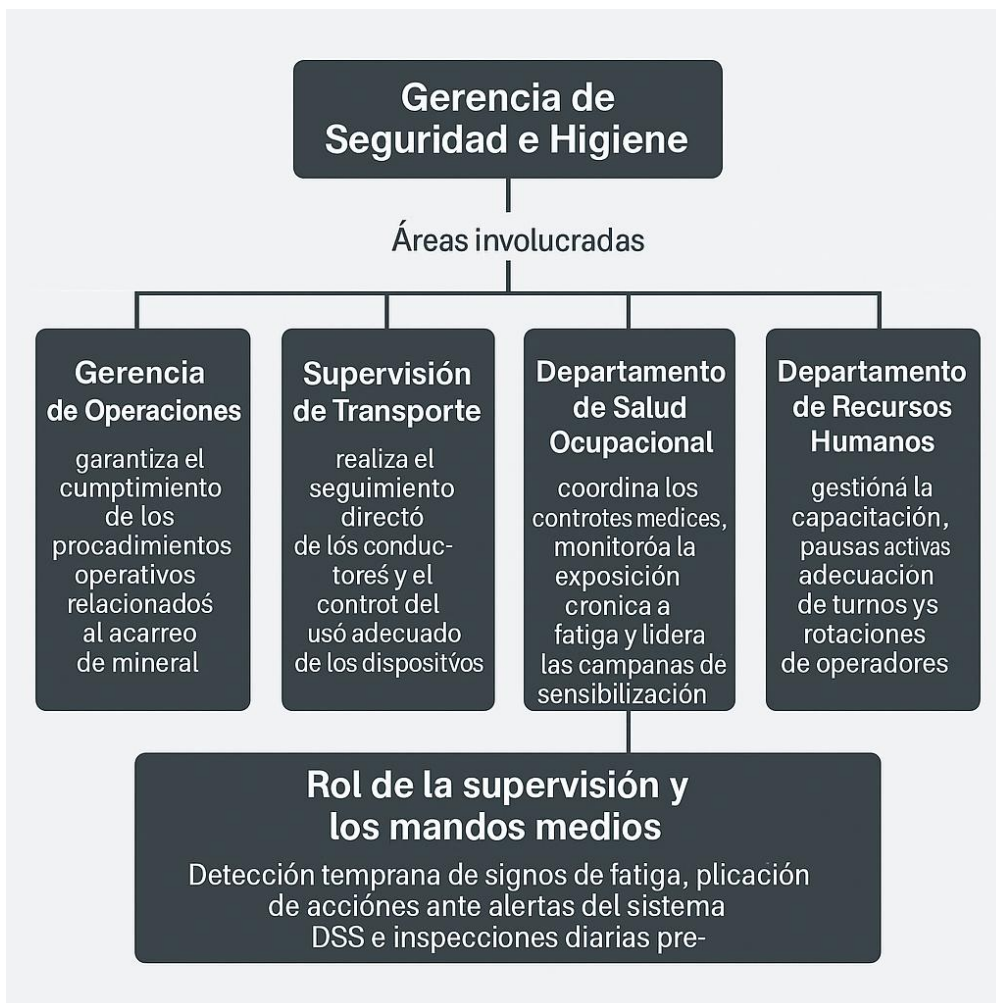


Imagen 22 Responsabilidades de Gestión

13.3 Rol de la supervisión y los mandos medios

Los supervisores de turno tienen un papel clave en la detección temprana de signos de fatiga, somnolencia o desatención durante la jornada. Son los responsables de aplicar las acciones inmediatas ante activación de alertas del sistema DSS, realizar las inspecciones diarias pre-turno y asegurar el cumplimiento del protocolo de pausas activas obligatorias.

13.3.1 Acciones inmediatas ante activación de alertas del sistema DSS

Ante la activación de una alerta generada por el sistema DSS, los supervisores de transporte deben ejecutar el siguiente protocolo de acción inmediata, conforme a las buenas prácticas de gestión de fatiga minera y los procedimientos internos vigentes:

- **Detención controlada de la operación:**
 - ✓ El operador detendrá el vehículo en un área segura designada.
 - ✓ Informará el evento mediante comunicación radial al supervisor.
 - ✓ El supervisor puede confirmar la posición GPS del vehículo para garantizar la trazabilidad del evento.

- **Evaluación inicial del operador:**
 - ✓ El supervisor realizará una evaluación verbal del estado de alerta, nivel de fatiga y posibles síntomas.
 - ✓ Se revisará el tiempo de descanso previo, duración del turno y cumplimiento de pausas.
 - ✓ En caso de incoherencias o respuestas dudosas, se elevará el nivel de control a médico laboral.

- **Verificación del sistema DSS:**
 - ✓ Confirmar si la alerta corresponde a un evento genuino de fatiga o si se trata de una falsa alarma.
 - ✓ Registrar el tipo de evento activado por el DSS (somnolencia, distracción, microsueño).

- **Aplicación de pausa activa obligatoria:**

- ✓ Si existen signos leves de fatiga, el operador realizará ejercicios físicos de activación, caminata breve y recuperación, bajo supervisión.
- ✓ El tiempo mínimo de pausa será de 15 minutos antes de reanudar tareas.
- **Intervención médica si corresponde:**
 - ✓ Si persisten los signos de fatiga o hay reincidencia de eventos DSS, el operador será derivado al servicio médico para su evaluación clínica.
 - ✓ El médico laboral determinará la aptitud operativa inmediata y el tiempo de recuperación requerido.
- **Registro del evento:**
 - ✓ Completar el reporte de evento de fatiga.
 - ✓ Registrar la activación en el sistema interno para seguimiento por el Comité de Gestión de Fatiga.
- **Relevo del operador si es necesario:**
 - ✓ Ante confirmación de fatiga importante, el supervisor organizará el reemplazo del operador y el cierre anticipado de jornada si corresponde.

Este protocolo de intervención inmediata busca prevenir incidentes graves asociados a la somnolencia y garantizar una respuesta operativa segura, objetiva y documentada.

13.4 Participación de los trabajadores

El involucramiento de los operadores es esencial en la implementación exitosa del plan. Su participación activa incluye:

- Reportar voluntariamente síntomas de fatiga.
- Cumplir con las recomendaciones de pausas y ejercicios de relajación.
- Utilizar correctamente los dispositivos de monitoreo (DSS y relojes inteligentes).
- Colaborar en los procesos de capacitación y retroalimentación.

13.5 Coordinación entre áreas

Se establece un comité interdisciplinario de gestión de fatiga integrado por Seguridad e Higiene, Operaciones, Salud Ocupacional y Recursos Humanos. Este comité se reunirá periódicamente para analizar eventos, revisar los reportes del sistema DSS, proponer ajustes a los controles existentes y validar las acciones correctivas implementadas.

14. Recursos necesarios para la implementación

La correcta implementación del programa de prevención y control de fatiga requiere la disposición de recursos específicos que abarcan distintos ámbitos de la organización:

14.1 Recursos Humanos

- **Supervisores especializados en monitoreo de fatiga:** encargados de evaluar en tiempo real las alertas DSS y tomar decisiones inmediatas.
- **Personal médico capacitado:** para realizar evaluaciones clínicas específicas vinculadas a la fatiga laboral y recuperación fisiológica.
- **Técnicos en mantenimiento de sistemas DSS y dispositivos wearable:** responsables del correcto funcionamiento, calibración y mantenimiento preventivo de los equipos tecnológicos.
- **Especialistas en análisis de datos fisiológicos:** para interpretar la información recopilada por los relojes inteligentes y generar reportes de tendencias.
- **Facilitadores de capacitación y sensibilización:** encargados de formar a los operadores, supervisores y personal de apoyo en la correcta aplicación del sistema.

14.2 Recursos Tecnológicos

- **Sistema DSS:** adquisición, instalación y configuración de los equipos de detección de somnolencia en cada unidad de transporte CAT 740.
- **Relojes inteligentes certificados:** dispositivos biométricos de uso individual para monitoreo de frecuencia cardíaca, calidad del sueño, patrones de descanso y variabilidad fisiológica durante y fuera de la jornada laboral.

- **Software de análisis de datos biométricos:** plataforma de gestión que integre la información de los relojes inteligentes, permitiendo la interpretación de indicadores de carga fisiológica acumulada y detección temprana de patrones de fatiga crónica.
- **Centro de monitoreo de alertas:** infraestructura informática para gestión centralizada de datos, generación de reportes y alarmas de fatiga.
- **Red de comunicación interna:** fortalecimiento de sistemas de radio, servidores de almacenamiento de datos y conectividad entre el DSS, los dispositivos wearable y las bases de control.

14.3 Recursos Económicos

- **Presupuesto de inversión inicial:** adquisición de dispositivos DSS, relojes inteligentes, licencias de software de análisis, sistemas de comunicación y plataformas de gestión.
- **Costos de mantenimiento preventivo:** repuestos, calibración, actualizaciones de software de DSS y wearables, soporte técnico especializado.
- **Presupuesto de capacitación continua:** formación periódica de operadores, supervisores, personal médico y analistas de datos.
- **Costos de contingencia operativa:** fondo para cubrir reemplazos operativos temporales ante detección de fatiga o derivación médica.

14.4 Recursos Organizativos

- **Comité Interdisciplinario de Gestión de Fatiga:** grupo técnico responsable de revisar periódicamente los datos generados, evaluar efectividad de las medidas aplicadas y definir ajustes o acciones correctivas.
- **Protocolos y procedimientos operativos estandarizados:** documentación formal validada para uso de DSS, utilización de dispositivos wearable, análisis de datos, aplicación de pausas activas, derivaciones médicas y auditoría de cumplimiento.
- **Sistemas de seguimiento y auditoría interna:** herramientas de control continuo que permitan validar el correcto funcionamiento de las medidas implantadas, evaluar tendencias de fatiga fisiológica y su efectividad preventiva.

Este conjunto de recursos conforma la base operativa necesaria para la implementación integral, sostenible y efectiva del sistema de control de fatiga dentro del proceso de acarreo de mineral, combinando monitoreo en cabina mediante el DSS y monitoreo fisiológico personalizado a través de los relojes inteligentes.

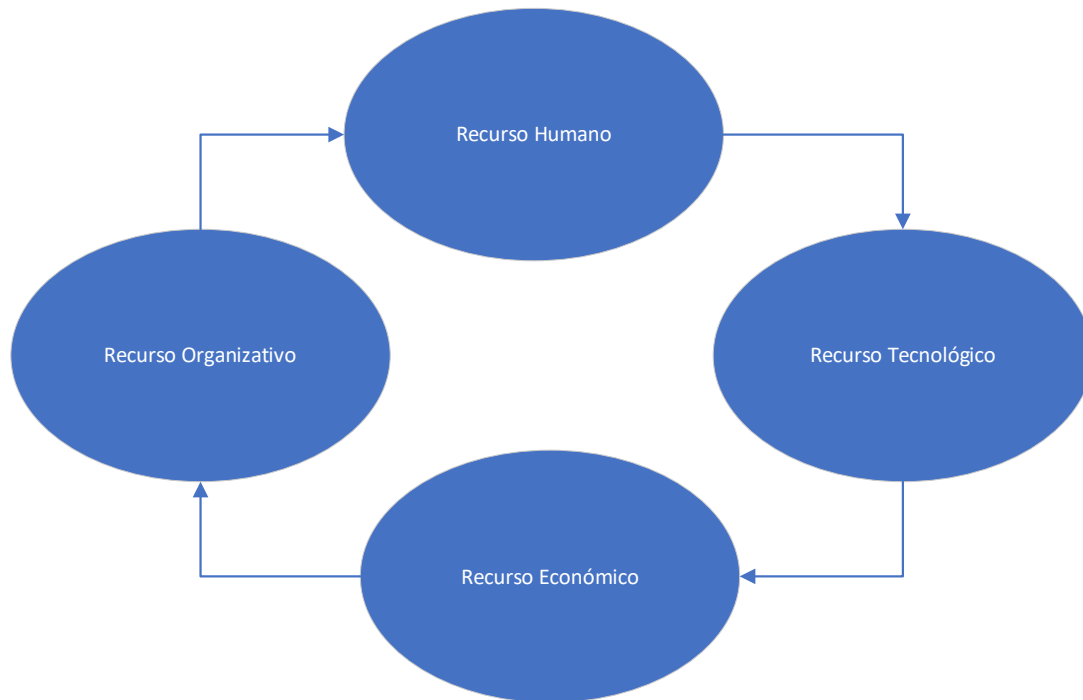


Imagen 23 Recursos necesarios para la prevención de fatiga

15. Tecnología Aplicada al Monitoreo de Fatiga

15.1 Sistema DSS (Driver Safety System) — Detalle técnico ampliado

El DSS utiliza un sistema de visión computarizada basado en cámaras infrarrojas para realizar un monitoreo continuo del comportamiento visual del operador dentro de la cabina. En el siguiente enlace puede verse una demostración corta pero concreta de cómo funciona el sistema DSS <https://www.youtube.com/watch?v=f-yBmAsTWTc>

Hitos específicos del sistema:

- Prestar atención, está estrechamente ligado a la carga de trabajo cognitivo
- Si la carga de trabajo es demasiado alta o baja, la atención puede fallar, lo que provoca falta de atención y aumenta la susceptibilidad a cometer faltas de atención.

- Muchos de nosotros hemos experimentado una falta de atención momentánea mientras conducíamos, ya sea debido a la fatiga o a una distracción; es un fenómeno natural y el resultado de ser humanos.



Imagen 24 Probables distracciones detectadas por el sistema DSS (Fuente: Caterpillar)

Como funciona el sistema DSS:

- El sistema DSS Cat Detect está diseñado para aplicaciones de transporte en las que la fatiga o la distracción pueden amenazar la atención del conductor.
- DSS utiliza inteligencia artificial para detectar señales fisiológicas de fatiga o distracción.
- Cuando se detecta una falta de atención, el sistema hace que el operador vuelva a concentrarse mediante sonidos y/o vibraciones en el asiento.
- El sistema DSS captura los datos de los sucesos y transmite un archivo de datos de sucesos seguro y cifrado al centro de monitoreo permanente de Caterpillar
- El sistema DSS se ha diseñado para instalarse fácilmente en equipos con cabinas cerradas, lo que resulta ideal para su uso en flotas mixtas.

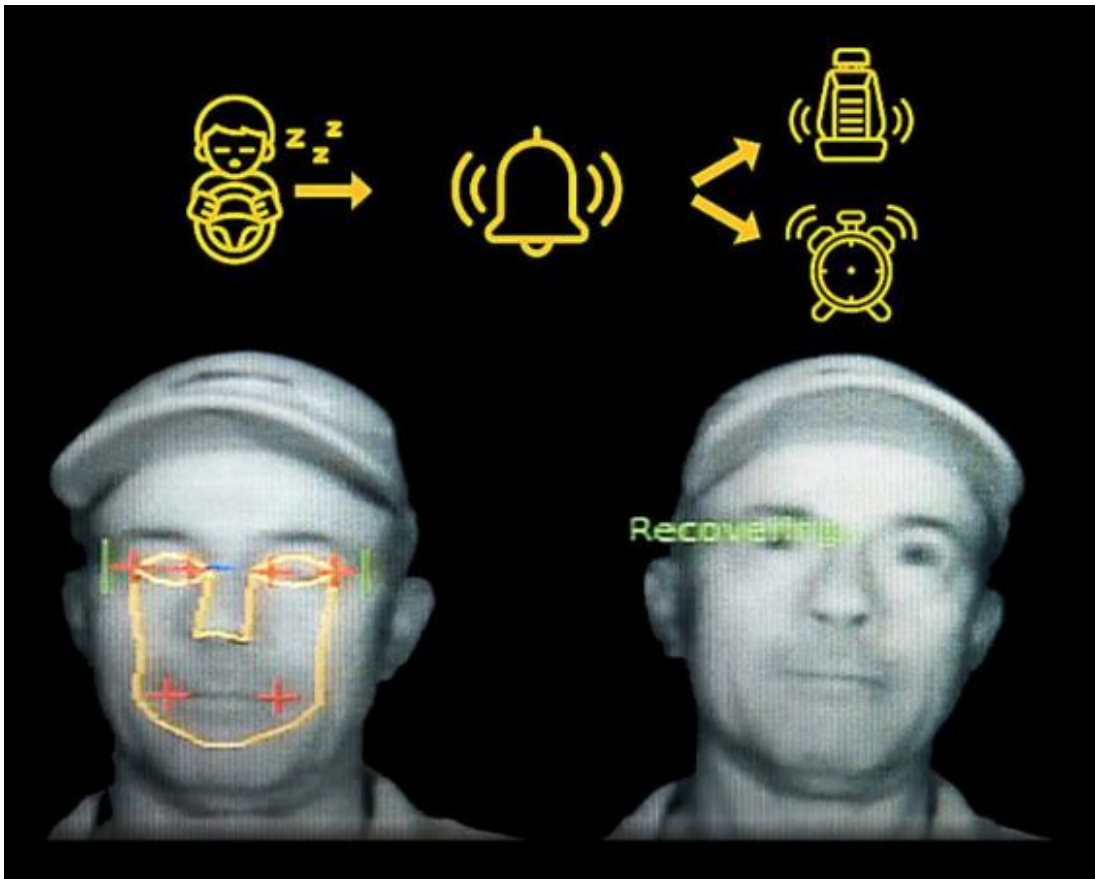


Imagen 25 Detección de signos de distracción y fatiga del sistema DSS (Fuente: Caterpillar)

- **Variables monitoreadas:** duración de cierre de párpados (PERCLOS), frecuencia de parpadeo, movimientos de cabeza, desviación ocular prolongada.
- **Algoritmo de detección:** análisis facial en tiempo real que permite generar alertas inmediatas.
- **Retroalimentación:** alertas sonoras y visuales instantáneas en la cabina, registro automático de eventos con timestamp.
- **Precisión operativa:** detección de microsueños superiores a 500 ms con eficacia superior al 90%.
- **Validación industrial:** implementado en minería de superficie, petróleo y gas, con estándares alineados a ISO 22840 y procedimientos internos como CN-MIN-PRO-115.

15.2 Dispositivo Garmin Fenix 7X Pro Sapphire Solar — Caracterización técnica

El reloj inteligente actúa como herramienta de monitoreo fisiológico continuo, complementando la vigilancia conductual del DSS.



Imagen 26 Reloj Garmin Fenix 7X pro Sapphire Solar

Para el presente proyecto se ha definido la incorporación de relojes inteligentes de tipo **Garmin Fenix 7X Pro Sapphire Solar** como herramienta complementaria al sistema DSS para el monitoreo continuo de parámetros fisiológicos vinculados a la fatiga laboral. La elección de este modelo responde a los siguientes criterios técnicos:

a- Compatibilidad funcional con los objetivos de monitoreo de fatiga

El modelo Fenix 7X Pro permite registrar simultáneamente:

- ✓ Frecuencia cardíaca basal (reposo y esfuerzo)
- ✓ Variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV) nativa continua
- ✓ Body Battery™ (modelo de carga y recuperación energética)
- ✓ Calidad del sueño (fase profunda, REM, ligero)
- ✓ Nivel de estrés (HRV combinado con carga diaria)
- ✓ Sensor de SpO2 (oxígeno en sangre)
- ✓ Temperatura ambiental

Estos parámetros son fundamentales para evaluar:

- ✓ Carga de fatiga acumulativa
- ✓ Patrón de recuperación Inter jornada
- ✓ Predisposición fisiológica a la aparición de micro sueños o eventos de somnolencia
- ✓ Descompensación autonómica por turnos prolongados

b- Robustez industrial validada

El Fenix 7X Pro Sapphire Solar presenta:

- ✓ Certificación MIL-STD-810 (choque, temperatura, vibración)
- ✓ Chasis en titanio con cristal de zafiro (alta resistencia mecánica)
- ✓ Autonomía de hasta 37 días (modo expedición) optimizada con carga solar
- ✓ Operatividad en rangos térmicos extremos aptos para uso minero

c- Capacidad de integración tecnológica

El modelo permite:

- ✓ Sincronización automática mediante Garmin Connect™ para gestión centralizada de datos.
- ✓ Generación de reportes exportables para auditoría médica, de seguridad e higiene y comité de gestión de fatiga.
- ✓ Compatibilidad con plataformas de análisis predictivo.

d- Diferenciación frente a modelos alternativos

Si bien otros modelos (por ejemplo: Garmin Fenix 6 Pro o relojes multideporte de gama inferior) poseen algunas prestaciones, ninguno presenta la integración nativa de HRV continua y Body Battery en algoritmos avanzados de readiness fisiológico, lo cual es clave para la evaluación objetiva de fatiga laboral.

Es importante aclarar que esta tecnología mide las variaciones en el intervalo de tiempo entre cada latido del corazón. Estas variaciones son un indicador de la salud del sistema nervioso autónomo y pueden proporcionar información valiosa sobre el estado físico y emocional de una persona.

La HRV puede ayudar a:

- Evaluar el nivel de estrés: Una HRV alta generalmente indica un buen estado de salud y baja tensión, mientras que una HRV baja puede ser un signo de estrés o fatiga.
- Monitorear la recuperación: Los atletas utilizan la HRV para medir cómo se está recuperando su cuerpo después del ejercicio.
- Mejorar el sueño: Algunos dispositivos utilizan la HRV para analizar la calidad del sueño y proporcionar recomendaciones para mejorarlo.

e- Aplicación previa en industrias de alto riesgo

El Garmin Fenix 7X Pro ha sido referenciado en experiencias piloto en minería, Oil & Gas, logística pesada y defensa, donde las variables fisiológicas monitorizadas son extrapolables al contexto minero de operaciones de acarreo prolongado.

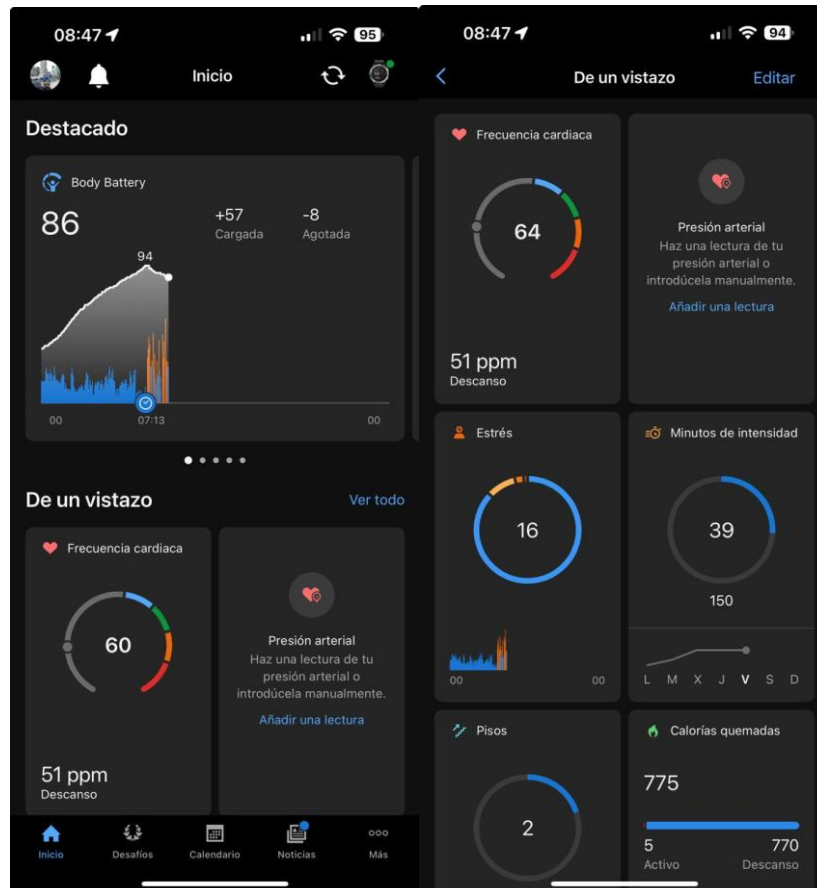


Imagen 27 Seguimiento de datos en Garmin Connect

15.3 Sinergia funcional DSS + Garmin — Modelo de integración

La gestión de la fatiga en operaciones mineras requiere de un enfoque integral que combine tecnologías de monitoreo conductual y fisiológico. En este sentido, el **Driver Safety System (DSS)** y los **dispositivos Garmin Fénix 7X Pro** representan dos herramientas complementarias que operan en dimensiones distintas pero sinérgicas.

El DSS, instalado en cabina, se centra en el análisis conductual visual del operador mediante cámaras infrarrojas y algoritmos de visión artificial, detectando en tiempo real microsueños y distracciones. Su principal fortaleza radica en la respuesta inmediata, generando alertas acústicas y vibraciones que permiten al operador y al supervisor intervenir en cuestión de segundos, evitando incidentes críticos durante la operación de camiones CAT 740.

Por su parte, los dispositivos Garmin actúan sobre un plano fisiológico acumulativo, registrando variables biométricas como la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), el

nivel de estrés, la calidad del sueño y la recuperación fisiológica. A diferencia del DSS, su aporte no es instantáneo, sino tendencial, ya que permite identificar patrones de fatiga que se desarrollan en el transcurso de horas o días. Esto habilita la planificación de pausas, rotación de turnos y estrategias de recuperación, abordando la fatiga desde una perspectiva preventiva y de largo plazo.

La integración de ambos sistemas ofrece una doble capa de prevención: mientras el DSS actúa como una defensa inmediata frente a eventos de somnolencia durante la conducción, los dispositivos Garmin permiten anticiparse a la aparición de la fatiga, validando y complementando la información conductual con datos fisiológicos objetivos.

La Tabla 9 sintetiza esta complementariedad tecnológica, destacando las diferencias en el tipo de monitoreo, el tiempo de respuesta, los mecanismos de intervención y los datos aportados por cada sistema, así como la sinergia que se genera al utilizarlos de manera combinada en un modelo de gestión integral de la fatiga.

Dimensión	DSS en cabina	Garmin wearable fuera y dentro de cabina
Tipo de monitoreo	Conductual visual	Fisiológico acumulativo
Respuesta	Inmediata (segundos)	Tendencial (horas-días)
Intervención	Alerta sonora, supervisor interviene	Ajuste de turnos, pausas planificadas
Datos aportados	Microsueños, distracción	Fatiga acumulada, recuperación fisiológica
Sinergia	Doble capa de prevención	Validación cruzada de datos

Tabla 10 Comparativa de sistemas

Si bien ambos sistemas aportan valor a la gestión de la fatiga, su eficacia es distinta según la dimensión del riesgo evaluado. El DSS se caracteriza por su alto impacto en la prevención inmediata de incidentes durante la operación, pero presenta limitaciones al no abordar las causas fisiológicas subyacentes que predisponen a la somnolencia. En contraste, el Garmin Fénix 7X Pro ofrece un análisis predictivo y acumulativo que permite identificar la fatiga antes

de que se manifieste en la conducción, aunque carece de mecanismos de alerta instantánea que eviten un siniestro en tiempo real.

El uso aislado de cualquiera de los dos sistemas podría generar vacíos preventivos: el DSS no anticipa la fatiga acumulativa, y el Garmin no interviene de manera inmediata frente a un microsueño. Sin embargo, su implementación conjunta genera una sinergia robusta, ya que combina la capacidad de detectar, reaccionar y registrar eventos críticos en segundos, con la posibilidad de anticipar tendencias de fatiga y planificar medidas correctivas a nivel organizacional.

De este modo, la integración de ambas tecnologías constituye una estrategia de doble defensa: preventiva en el mediano plazo y reactiva en el corto plazo, fortaleciendo el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) y alineándose con los lineamientos de la ISO 45001:2018 en materia de control de riesgos emergentes

15.4 Impacto operacional de los parámetros biométricos y de vigilancia

El control integral de la fatiga en minería exige abordar simultáneamente dos dimensiones críticas: la vigilancia conductual inmediata (DSS en cabina) y el monitoreo fisiológico acumulativo (wearable Garmin). Esta integración no solo permite identificar eventos críticos en tiempo real, sino también anticipar tendencias de agotamiento que comprometen la seguridad y el rendimiento operativo.

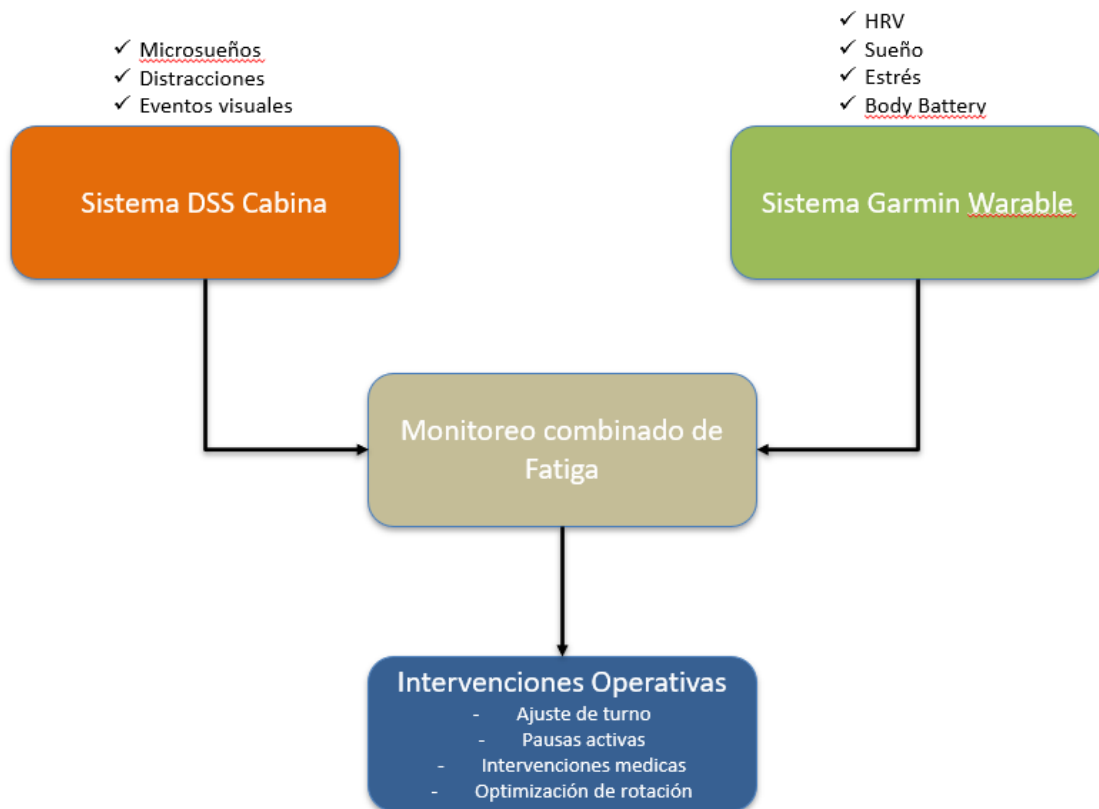


Imagen 28 Sistemas de monitoreos combinados

Microsueños y distracciones (DSS)

- **Microsueños:** El DSS utiliza algoritmos de visión artificial para detectar cierres de párpados prolongados (PERCLOS > 40%) y movimientos de cabeza asociados a pérdida de conciencia transitoria. Estos episodios, aunque duren solo segundos, representan un riesgo inmediato de colisión, vuelco o atropello dentro de los circuitos de acarreo.
- **Distracciones:** El sistema identifica desvíos de atención visual mediante la detección de mirada desviada, pérdida de foco ocular y movimientos erráticos de cabeza. Esto se correlaciona con incidentes de reacción tardía frente a obstáculos, irregularidades del camino o señales de tránsito interno.
- **Valor agregado técnico:** El DSS logra una sensibilidad superior al 90% en la detección de microsueños >500 ms, lo que lo convierte en una herramienta validada internacionalmente para entornos de alto riesgo.

Parámetros fisiológicos (Garmin Fénix 7X Pro)

- **Body Battery:** Algoritmo integrado que combina variabilidad cardíaca (HRV), nivel de actividad y calidad del sueño. Niveles crónicamente bajos (<20%) indican fatiga acumulativa, condición que incrementa la probabilidad de microsueños incluso en turnos diurnos.
- **HRV (Heart Rate Variability):** Variabilidad de intervalos R-R medida de forma continua. Un descenso sostenido en HRV refleja un desequilibrio del sistema nervioso autónomo, anticipando estados de fatiga y estrés fisiológico antes de que el trabajador los perciba.
- **Sueño:** El dispositivo clasifica las fases REM, profundo y ligero. Una reducción de sueño profundo (<1,5 h promedio) correlaciona con mayor propensión a errores de atención y menor recuperación muscular.
- **Estrés:** Calculado a partir de HRV y carga acumulada. El estrés crónico incrementa el riesgo de fatiga cognitiva y disminuye la tolerancia a situaciones de emergencia.

Modelo de doble capa:

- **Primera capa (Garmin):** anticipa el riesgo → permite ajustar turnos, planificar pausas y derivar a control médico antes del inicio de la jornada.
- **Segunda capa (DSS):** detecta y corrige la fatiga ya manifestada → protege la operación en tiempo real durante la conducción.

Esta validación cruzada de datos incrementa la confiabilidad del sistema, reduce falsos positivos y genera una base de datos robusta para el Comité de Gestión de Fatiga.

Este análisis conjunto permite un control integral de la fatiga: el DSS actúa en tiempo real durante la operación, mientras el Garmin monitorea la predisposición fisiológica antes, durante y después de la jornada. El DSS actúa como última barrera reactiva, evitando accidentes críticos en segundos, mientras que el Garmin cumple una función predictiva y preventiva, anticipando desajustes fisiológicos que predisponen a fallas de atención.

16. Cuantificación Numérica de los Riesgos

A partir de la matriz cualitativa presentada previamente, se procede a la cuantificación numérica de los riesgos identificados, asignando valores de Probabilidad (P) y Consecuencia (C) en base a criterios técnicos, observaciones de campo y datos de literatura. El Nivel de Riesgo (NR) resulta de la multiplicación de estos factores y su interpretación se establece según la tabla de categorización vigente.

Riesgo	Probabilidad (P)	Consecuencia (C)	Nivel de Riesgo (NR)	Categoría de Riesgo	Medidas Preventivas Sugeridas
Vibración de cuerpo completo	3 (Alta)	2 (Moderada)	6	Moderado (MO)	DSS + evaluación ergonómica del asiento
Fatiga por jornada prolongada	3 (Alta)	3 (Alta)	9	Sustancial (SU)	Reloj inteligente + pausas activas
Somnolencia en la conducción	2 (Media)	3 (Alta)	6	Sustancial (SU)	DSS + control supervisor + rotación de tareas
Posturas forzadas mantenidas	3 (Alta)	2 (Moderada)	6	Moderado (MO)	Pausas activas + rediseño ergonómico
Distracción / pérdida de atención	2 (Media)	3 (Alta)	6	Sustancial (SU)	DSS + señalización + monitoreo continuo

Tabla 11 Cuantificación de riesgos

16.1 Impacto operativo de los riesgos cuantificados

- **Vibración de cuerpo completo – Nivel Moderado (MO):** La exposición continua a vibraciones de cuerpo completo durante los trayectos de acarreo, especialmente en superficies irregulares o con deficiencias de mantenimiento, genera fatiga muscular,

incomodidad y posibles lesiones musculoesqueléticas en los operadores. Si bien el riesgo se categoriza como Moderado, su impacto operativo se traduce en disminución progresiva del confort del conductor, aumento de pausas no planificadas, mayor tasa de reportes médicos y potencial necesidad de recambio de personal antes de completar el turno. Además, contribuye al desgaste acelerado de los equipos, afectando la disponibilidad operativa y generando costos indirectos por mantenimiento preventivo.

- **Fatiga por jornada prolongada – Nivel Sustancial (SU):** Las jornadas extendidas de 12 horas bajo régimen 14x14 representan un factor crítico en la acumulación de fatiga física y mental. El impacto directo se observa en la reducción del estado de alerta, disminución del rendimiento operativo y mayor probabilidad de errores por lapsos de atención. A nivel productivo, esto puede generar interrupciones en el ciclo de acarreo, incidentes menores, y en casos extremos, siniestros graves con daños a personas y equipos. Desde el punto de vista organizativo, implica aumento en los costos médicos, rotación de personal y potencial pérdida de días hombre por incapacidad.



Imagen 29 Fatiga por jornada prolongada – Imagen de IA

- **Somnolencia en la conducción – Nivel Sustancial (SU):** La aparición de microsueños y episodios de somnolencia durante la operación de los camiones CAT 740 representa un riesgo severo para la seguridad vial interna del yacimiento. Su impacto incluye la posibilidad de pérdida momentánea de control del vehículo,

colisiones con otros equipos o infraestructuras, y generación de eventos críticos. Operativamente, compromete la continuidad de la producción, expone a los operadores a lesiones graves y genera paradas no planificadas con afectación directa en la productividad.



Imagen 30 Somnolencia – Imagen de IA

- **Posturas forzadas mantenidas – Nivel Moderado (MO):** La conducción prolongada en cabinas con espacio reducido y ergonomía deficiente favorece la aparición de molestias musculares, fatiga postural y lesiones por sobrecarga. Aunque el riesgo se clasifica como Moderado, su efecto acumulativo incide en la disminución del confort, aumento de las pausas informales, disminución de la concentración y, a largo plazo, en la generación de patologías osteomusculares, lo cual deriva en costos médicos, ausentismo y menor disponibilidad de personal operativo calificado.



Imagen 31 Postura forzada – Imagen de IA

- **Distracción / pérdida de atención – Nivel Sustancial (SU):** La monotonía del trayecto y el cansancio acumulado generan lapsos frecuentes de distracción, lo que compromete la capacidad de reacción ante imprevistos como obstáculos, animales o fallas mecánicas. El impacto operativo se refleja en incidentes menores, daños materiales, necesidad de intervenciones correctivas y disminución de la eficiencia en el ciclo de transporte. En casos críticos, puede derivar en accidentes graves con afectación a la seguridad y la continuidad de las operaciones.



Imagen 32 Pérdida de atención – Imagen de IA

16.2 Análisis detallado de los resultados de las categorías de riesgo

La distribución de los riesgos evaluados mediante la metodología IPER aplicada al proceso de acarreo en camiones CAT 740 permite identificar patrones que trascienden lo meramente cualitativo y ofrecen lineamientos claros para la gestión preventiva.

Distribución de Categorías de Riesgo en Evaluación de Fatiga

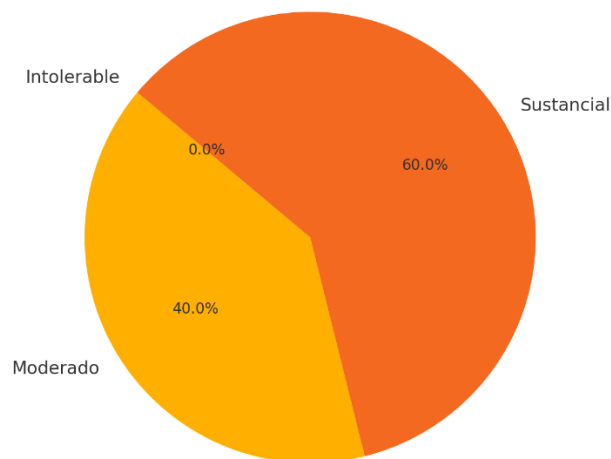


Imagen 33 gráfico de tortas con categorías de riesgo

El gráfico de torta representa la **clasificación de cinco riesgos específicos** evaluados, a partir de la matriz de riesgo cualitativa utilizada. La categorización se realizó en función de la probabilidad de ocurrencia (P) y la severidad de la consecuencia (C), obteniendo un Nivel de Riesgo (NR) que permitió clasificar cada peligro en:

- Nivel A – Grave (Intolerable)
- Nivel B – Moderado
- Nivel C – Leve

En este caso, los resultados se agrupan en dos categorías relevantes: **Moderado (MO)** y **Sustancial (SU)**.

16.2.1 Interpretación técnica

- 🚦 **60% de los riesgos son Sustanciales (SU)**

El hecho de que la mayoría de los riesgos (tres de cinco) se clasifiquen como Sustanciales (SU) indica la existencia de factores críticos que, sin ser intolerables, poseen un nivel de severidad alto y una probabilidad de ocurrencia significativa.

- Naturaleza de los riesgos SU: corresponden principalmente a variables cognitivas y fisiológicas (fatiga por jornada prolongada, somnolencia en la conducción, distracción).
- Implicancias operativas: requieren acciones correctivas inmediatas. No basta con controles generales; se necesita un enfoque integrado que combine:
 - ✓ Tecnología: DSS para detección en tiempo real y Garmin para análisis acumulativo.
 - ✓ Organización: rotación de turnos, pausas estructuradas, relevos en caso de fatiga.
- Riesgo de escalamiento: estos riesgos, si no se controlan, pueden pasar rápidamente a la categoría Intolerable (IN) ante fallas en los sistemas de alerta o incumplimiento de protocolos.

40% de los riesgos son Moderados (MO)

Estos riesgos, como la vibración de cuerpo o las posturas forzadas mantenidas, son físicos y acumulativos. Aunque no exigen una acción correctiva inmediata, sí deben ser reducidos progresivamente

Los dos riesgos clasificados como **Moderados (MO)** —vibración de cuerpo completo y posturas forzadas mantenidas— presentan características distintas:

- Naturaleza acumulativa: su impacto no suele ser inmediato, pero se manifiesta en el mediano y largo plazo en forma de trastornos musculoesqueléticos, aumento del ausentismo y reducción de la disponibilidad de personal calificado.
- Implicancias preventivas: aunque no exigen medidas inmediatas, requieren una gestión progresiva, a través de:
 - ✓ Evaluaciones ergonómicas de cabina.
 - ✓ Mejoras en asientos y suspensión de camiones.
 - ✓ Programas de ejercicios de recuperación postural.
 - ✓ Vigilancia médica específica (columna, fatiga muscular, vibración de cuerpo completo)

0% de Riesgos Intolerables (IN)

No se identificaron riesgos extremos que exijan la suspensión total de la tarea, lo que demuestra un buen nivel de control de base. Sin embargo, tres de los cinco riesgos están a un paso de esa categoría, lo que obliga a mantener una vigilancia constante.

La no identificación de riesgos **Intolerables (IN)** es un hallazgo positivo, ya que demuestra que los controles de base actuales son efectivos para evitar condiciones inaceptables. Sin embargo:

- Tres de los cinco riesgos evaluados están a un solo nivel de pasar a intolerables, lo cual confirma que el sistema requiere una vigilancia continua.
- La ISO 45001:2018 (Cláusula 6.1.2) establece que los riesgos significativos deben ser gestionados con prioridad, independientemente de que no sean intolerables en la evaluación inicial.

La combinación de 60% SU + 40% MO refleja un perfil de riesgo elevado, donde la fatiga laboral no es un factor marginal, sino un determinante estructural de la seguridad y productividad.

16.2.2 Recomendación

El análisis exhaustivo de los riesgos disergonómicos y fisiológicos en el proceso de acarreo de Cerro Negro ha revelado una carga significativa, con varios factores clasificados en nivel **Sustancial (SU)** y **Moderado (MO)**. Para abordar esta situación de manera efectiva y sostenible, se proponen las siguientes recomendaciones estratégicas

1. **Priorizar el control de los riesgos Sustanciales** con medidas tecnológicas ya propuestas: DSS activo, uso obligatorio de Garmin y aplicación efectiva de pausas estructuradas.

Implementación y Uso Obligatorio del Driver Safety System (DSS) Activo:

- ✓ Acción: Asegurar la instalación, calibración y correcto funcionamiento del DSS en todos los camiones CAT 740. Establecer un protocolo claro para la respuesta ante las alertas (microsueños, distracciones) que active una intervención inmediata del supervisor y/o del operador.
- ✓ Impacto Esperado: Reducción de incidentes relacionados con somnolencia y distracción, actuando como una "última línea de defensa" en tiempo real.

- ✓ Medición: Monitoreo de la frecuencia de alertas, tiempo de respuesta y efectividad de la intervención.

Uso Obligatorio de Dispositivos Garmin Wearable:

- ✓ Acción: Establecer el uso obligatorio de los dispositivos Garmin Fénix 7X Pro para todo el personal operativo de acarreo.
- ✓ Impacto Esperado: Identificación temprana de patrones de fatiga acumulada, permitiendo intervenciones preventivas antes de que la fatiga se manifieste en la cabina.
- ✓ Medición: Análisis de tendencias de fatiga fisiológica, correlación con incidentes y mejora en los indicadores de bienestar del personal.

2. **Auditar periódicamente la efectividad de las medidas implantadas**, especialmente las que dependen del comportamiento del trabajador (uso de dispositivos, cumplimiento de pausas).

Auditorías Internas Regulares:

- ✓ Acción: Establecer un cronograma de auditorías internas para verificar el correcto funcionamiento del DSS, el uso consistente del Garmin por parte del personal y el cumplimiento de los programas de pausas.
- ✓ Impacto Esperado: Identificación temprana de desviaciones, fallos en el sistema o resistencia al cambio en el comportamiento, permitiendo acciones correctivas oportunas.
- ✓ Medición: Número de hallazgos en auditorías, tasa de cumplimiento de acciones correctivas.

3. **Ampliar el monitoreo ergonómico** para disminuir la carga de trabajo físico repetitivo y reducir los riesgos moderados.

Implementación de Mejoras Ergonómicas:

- ✓ Acción: Basado en el estudio ergonómico, implementar mejoras como asientos con suspensión mejorada, ajustes en la disposición de controles, y, si es viable, la optimización del diseño interno de la cabina.

- ✓ Impacto Esperado: Reducción del discomfort, fatiga postural y la incidencia de lesiones musculoesqueléticas, mejorando la calidad de vida laboral y la concentración del operador.
- ✓ Medición: Encuestas de confort post-implementación, reducción en reportes de molestias o lesiones relacionadas, disminución de ausentismo por patologías osteomusculares

El análisis evidencia que el proceso de acarreo en Cerro Negro presenta una **carga de riesgos disergonómicos y fisiológicos de nivel Sustancial**, que deben abordarse con medidas sostenidas. El gráfico de torta en imagen 31, permite visualizar claramente esta distribución y sirve como herramienta de comunicación clave hacia la dirección, los supervisores y el personal operativo, reforzando la necesidad de implementar —y sostener— los controles definidos en este proyecto.

16.3 jerarquía de control de riesgos

La **Jerarquía de Control de Riesgos** es un principio técnico fundamental en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, que establece un orden de prioridad lógico y sistemático para la selección e implementación de medidas preventivas, con el objetivo de reducir o eliminar los peligros presentes en el ambiente laboral.

Este concepto se encuentra definido en estándares internacionales como la **ISO 45001:2018**, las directrices de la **Organización Internacional del Trabajo (OIT)** y se encuentra incorporado en la legislación nacional argentina a través de la **Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo**, su **Decreto Reglamentario 351/79**

La jerarquía organiza las medidas de control en cinco niveles, ordenados de mayor a menor eficacia, priorizando aquellas que actúan sobre la fuente del peligro y minimizando la dependencia de la conducta individual o del uso de elementos de protección personal.



Imagen 34 Jerarquía de Control de riesgos

- **Eliminación:** Consiste en suprimir físicamente el peligro, eliminando la fuente de riesgo. Es el método más efectivo, pero a menudo difícil de implementar en contextos operativos complejos como la minería. Ejemplos: eliminar una tarea peligrosa, suprimir el uso de una sustancia tóxica.
- **Sustitución:** Implica reemplazar el peligro por otro que represente un menor riesgo. Ejemplos: sustituir un equipo por otro más seguro, reemplazar materiales nocivos por alternativas menos peligrosas.
- **Controles Técnicos o de Ingeniería:** Consisten en diseñar o modificar equipos, procesos o el ambiente de trabajo para aislar o proteger al trabajador del peligro. Ejemplos: barreras físicas, ventilación, sistemas de monitoreo como el **DSS** o dispositivos **wearable** en el caso de la gestión de fatiga.
- **Controles Administrativos:** Incluyen cambios en la organización del trabajo o en los procedimientos para reducir la exposición al peligro. Ejemplos: rotación de tareas, pausas activas, capacitación, sistemas de alerta temprana, protocolos de evaluación médica.
- **Elementos de Protección Personal (EPP):** Representan la última línea de defensa y son los menos eficaces, ya que dependen del comportamiento del trabajador y no eliminan el peligro. Ejemplos: casco, guantes, protección auditiva, calzado de seguridad

El principio de la jerarquía busca garantizar que las medidas adoptadas sean:

- Técnicamente efectivas.
- Sostenibles en el tiempo.
- No dependientes exclusivamente de la conducta humana.
- Coherentes con los estándares normativos y de gestión preventiva.

16.4 Relación entre la cuantificación de riesgos y la jerarquía de control

Una vez cuantificados los riesgos asociados a la fatiga laboral en el proceso de acarreo de mineral, se procede a seleccionar e implementar las medidas de control, respetando la lógica de la **Jerarquía de Control de Riesgos**, establecida como principio fundamental en la Ley 19.587, el Decreto 351/79 y los lineamientos de la normativa ISO 45001:2018.

Riesgo	Nivel Cuantificado	Medidas Propuestas	Ubicación en la Jerarquía de Control
Vibración de cuerpo completo	Moderado (MO)	Evaluación ergonómica y mejora de asiento	Control de Ingeniería
Fatiga por jornada prolongada	Sustancial (SU)	Relojes inteligentes + pausas activas	Control Administrativo (gestión de turnos) + Ingeniería (wearable)
Somnolencia en la conducción	Sustancial (SU)	DSS + rotación de tareas + supervisión activa	Control de Ingeniería (DSS) + Control Administrativo
Posturas forzadas mantenidas	Moderado (MO)	Pausas activas + rediseño ergonómico	Control Administrativo + Control de Ingeniería
Distracción / pérdida de atención	Sustancial (SU)	DSS + señalización + monitoreo continuo	Control de Ingeniería + Control Administrativo

Tabla 12 Aplicación de la Jerarquía de riesgos cuantificados

Se evidencia que, dadas las características intrínsecas del proceso minero en Cerro Negro, particularmente en lo que respecta al transporte de mineral mediante camiones CAT 740, la **eliminación o sustitución total de los riesgos disergonómicos y asociados a la fatiga laboral no resulta técnicamente viable**. Este diagnóstico se fundamenta en la naturaleza de la actividad minera, las características del terreno, las condiciones ambientales extremas

y la necesidad operativa de utilizar equipos de gran porte para garantizar la continuidad y eficiencia del proceso productivo.

En consecuencia, y en estricto cumplimiento de la **Jerarquía de Control de Riesgos**, se establece la prioridad en la implementación de medidas técnicas y organizativas que permitan reducir de manera significativa la exposición de los trabajadores a los factores de riesgo identificados, minimizando la probabilidad de incidentes y protegiendo la salud y seguridad del personal.

En este sentido, la estrategia de control definida se estructura de la siguiente manera:

- **Controles Técnicos o de Ingeniería:** Se implementan soluciones de carácter técnico que actúan sobre el ambiente de trabajo y los equipos utilizados, con el objetivo de aislar al trabajador del peligro o reducir la exposición. Dentro de esta categoría se destacan:
 - A. La incorporación del **Sistema de Detección de Somnolencia (DSS)** en las cabinas de los camiones CAT 740, el cual permite el monitoreo en tiempo real de parámetros conductuales del operador, detectando signos de fatiga o distracción y generando alertas inmediatas que permiten una intervención oportuna.
 - B. El uso de **dispositivos wearable Garmin Fenix 7X Pro**, los cuales brindan un monitoreo continuo de variables fisiológicas clave, como frecuencia cardíaca, calidad del sueño y niveles de fatiga acumulativa, permitiendo la detección anticipada de estados de riesgo antes del inicio de la jornada laboral o durante la misma.
 - C. La optimización ergonómica de los **asientos y cabinas de los equipos**, con el fin de reducir los efectos de las vibraciones de cuerpo completo y las posturas forzadas mantenidas, principales factores contribuyentes a la fatiga física y los trastornos musculoesqueléticos.
- **Controles Administrativos:** Se implementan medidas organizativas y procedimentales destinadas a modificar la forma en que se desarrolla el trabajo, con el objetivo de minimizar la exposición al riesgo. Estas incluyen:
 - A. El diseño e implementación de **pausas activas estructuradas y obligatorias** durante la jornada laboral, que favorecen la recuperación fisiológica y reducen la fatiga acumulativa.
 - B. La aplicación de **rotación de tareas**, lo cual disminuye la exposición continua a actividades repetitivas y monótonas, mitigando la aparición de fatiga mental y física.

- C. La ejecución de **evaluaciones médicas periódicas de fatiga y somnolencia**, complementadas por los controles previos al inicio de la jornada (ATS, chequeo preoperacional), que permiten detectar tempranamente condiciones de riesgo en los trabajadores y adoptar medidas preventivas.
- D. La realización de **programas de capacitación continua**, destinados a sensibilizar y entrenar al personal en el reconocimiento de síntomas de fatiga, el correcto uso de las tecnologías de monitoreo y la adopción de conductas preventivas.
- **Elementos de Protección Personal (EPP):** Si bien los EPP constituyen la última barrera de defensa dentro de la jerarquía y su eficacia depende del comportamiento individual, su uso obligatorio se considera esencial en este contexto, particularmente en lo que respecta a la protección contra los efectos combinados de los factores disergonómicos y ambientales, como vibraciones, ruido y temperaturas extremas.

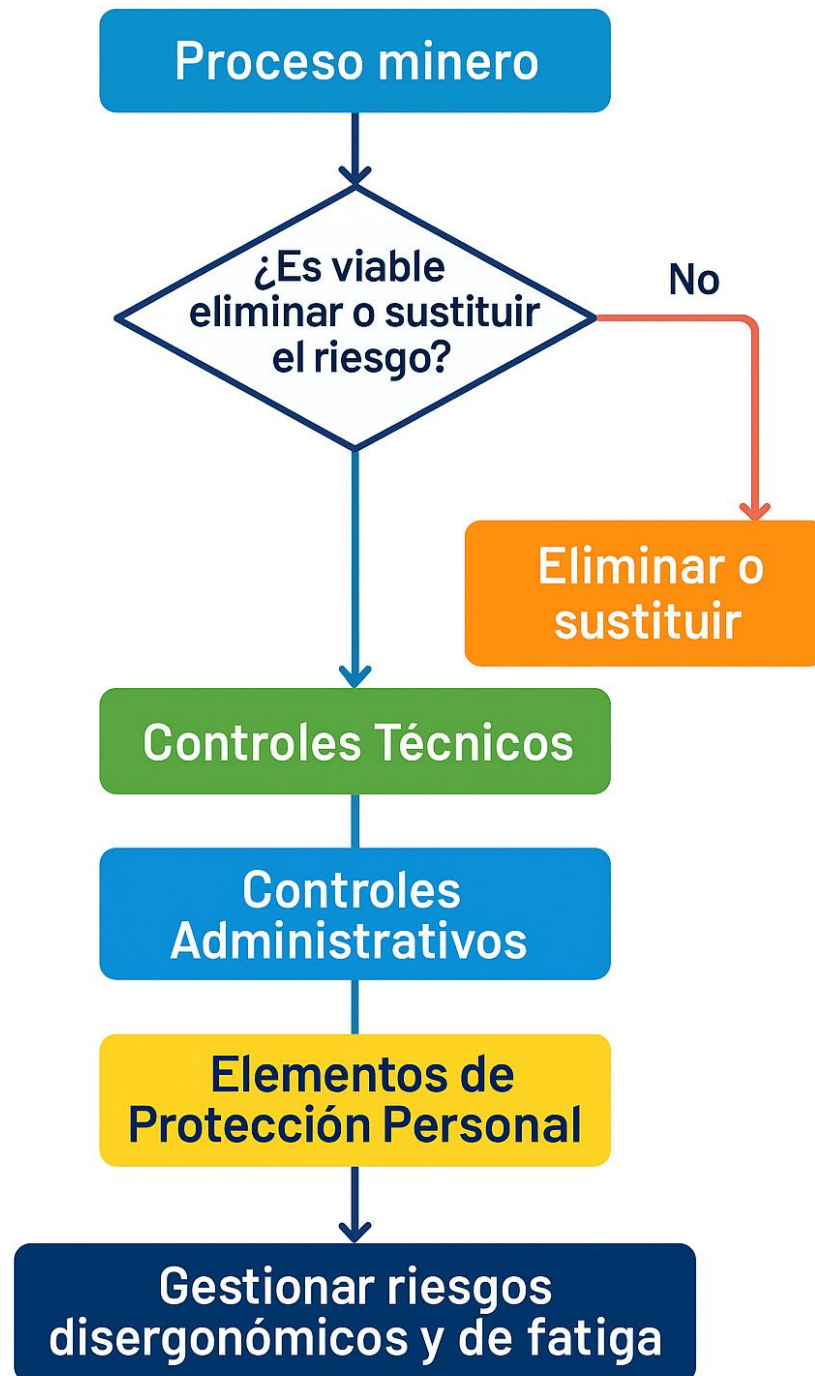


Imagen 35 Flujo de controles en Minería

17. Integración del modelo al ciclo PHVA de la ISO 45001:2018

El enfoque de mejora continua propuesto por la norma ISO 45001:2018 se basa en el ciclo Planificar–Hacer–Verificar–Actuar (PHVA), el cual garantiza la sistematización, trazabilidad y sostenibilidad del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST).

La gestión de la fatiga laboral mediante el uso combinado de tecnología wearable y sistemas de detección conductual se alinea plenamente con este ciclo, asegurando que las acciones preventivas sean planificadas, implementadas, controladas y mejoradas de manera continua

PLANEAR

Corresponde a la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles.

En esta etapa se integran:

- ✓ Diagnóstico inicial de exposición a fatiga (turnos 14x14, condiciones climáticas, ergonomía).
- ✓ Aplicación de la metodología **IPER** y cuantificación de riesgos ($NR = P \times C$).
- ✓ Selección de tecnologías DSS y Garmin Fénix 7X Pro.
- ✓ Establecimiento de objetivos SMART: reducción de incidentes por fatiga y mejora del bienestar fisiológico de los operadores.
- ✓ Definición de recursos humanos, tecnológicos y financieros requeridos.

HACER

Corresponde a la implementación y operación de los controles planificados.

Incluye:

- ✓ Instalación y calibración de sistemas DSS.
- ✓ Distribución y capacitación en el uso de dispositivos wearable.
- ✓ Ejecución de pausas activas y rotación de tareas.
- ✓ Implementación de protocolos ATS, Permisos de Trabajo y Evaluación de Fatiga obligatoria.
- ✓ Registro sistemático de datos fisiológicos y conductuales.

VERIFICAR

Implica la evaluación del desempeño y la eficacia de las medidas implantadas.

Acciones principales:

- ✓ Análisis de indicadores clave (KPI): número de alertas DSS, niveles de HRV y Body Battery, porcentaje de cumplimiento de pausas.
- ✓ Auditorías internas de funcionamiento del sistema DSS y uso del wearable.
- ✓ Revisión de reportes del Comité de Gestión de Fatiga.
- ✓ Comparación de tasas de incidentes antes y después de la implementación.
- ✓ Evaluación de cumplimiento normativo (Ley 19.587, SRT, ISO 45001).

ACTUAR

Corresponde a la mejora continua y corrección de desviaciones detectadas durante la verificación.

Incluye:

- ✓ Ajustes de procedimientos operativos según resultados de auditorías.
- ✓ Revisión de frecuencias de pausas y criterios de alerta DSS.
- ✓ Reentrenamiento del personal en caso de desvíos recurrentes.
- ✓ Actualización del plan de gestión de fatiga en función de la retroalimentación obtenida.
- ✓ Incorporación de nuevos indicadores de desempeño (por ejemplo, tasa de recuperación fisiológica interturno).

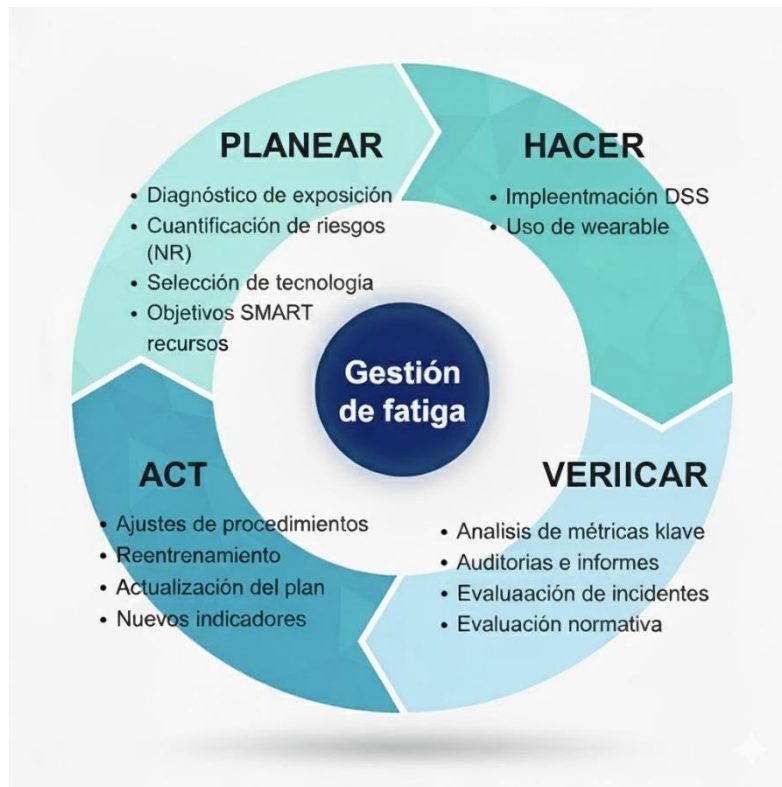


Imagen 36 P-H-V-A – ISO 45001

18. Profundización de Desarrollo Técnico

La presente etapa profundiza el desarrollo técnico del proyecto, detallando el plan de implementación de las medidas preventivas orientadas a la gestión de la fatiga laboral en operadores de camiones de acarreo en la mina Cerro Negro. Asimismo, se integran los recursos necesarios, la estrategia de capacitación, los mecanismos de monitoreo y evaluación, y los beneficios proyectados para la organización. Además, se incluye un análisis técnico ampliado, la proyección económica detallada y las consideraciones normativas y organizativas para garantizar la sostenibilidad del sistema.

19. Plan de Implementación de la Solución Tecnológica

La implementación del modelo de gestión de la fatiga mediante el uso combinado de tecnología wearable (Garmin Fénix 7X Pro) y sistema de detección conductual (DSS — Driver Safety System) se desarrollará siguiendo un enfoque estructurado por fases, conforme al ciclo de mejora continua PHVA definido por la ISO 45001:2018.

El objetivo general de esta etapa es garantizar la correcta instalación, operación, monitoreo y evaluación de las tecnologías seleccionadas, integrando los resultados al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) y validando su eficacia en la reducción de riesgos de fatiga laboral.

19.1 Fases de implementación:

1- Diagnóstico de Línea Base: establecer un punto de partida cuantitativo y cualitativo que permita comparar los resultados posteriores a la implementación.

- Observaciones de campo sin uso de tecnología.
- Encuestas de percepción de fatiga a operadores.
- Relevamiento ergonómico de los puestos de trabajo.
- Análisis documental de procedimientos operativos, registros de pausas, ATS y Permisos de Trabajo.

2- Prueba Piloto: verificar el funcionamiento operativo y la operatividad entre las tecnologías DSS y Garmin en condiciones reales de trabajo.

- Instalación y calibración de equipos DSS en unidades CAT 740 seleccionadas.
- Asignación de dispositivos Garmin Fénix 7X Pro a un grupo representativo de operadores.
- Capacitación inicial en uso, carga, sincronización y registro de datos biométricos.
- Verificación de funcionamiento de sistema DSS
- Verificación de funcionamiento de relojes Garmin Fenix 7X Pro
- Monitoreo durante un periodo de 15 días.

3- Análisis de Resultados: evaluar el impacto de la tecnología en los indicadores de fatiga y definir acciones de mejora antes del escalamiento total.

- Evaluación de datos recolectados.

- Identificación de desvíos operativos o técnicos (sincronización, fallas DSS, resistencia al uso).
- Ajustes técnicos y operativos según necesidades detectadas.
- Comparación de indicadores antes y después de la intervención.

4- Integración al Sistema de Gestión: incorporar el modelo de gestión de fatiga dentro de los procedimientos, reportes e indicadores del Sistema de Gestión ISO 45001.

- Inclusión en protocolos y procedimientos internos.
- Revisión normativa para asegurar cumplimiento legal y estándares internacionales.
- Creación de un Procedimiento Específico de Gestión de Fatiga con alcance a todas las áreas de transporte.
- Integración de indicadores de fatiga (HRV, alertas DSS, pausas activas) en los tableros de control (KPI).
- Establecimiento de un Comité Interdisciplinario de Fatiga, responsable de revisar mensualmente los datos y definir acciones preventivas.

19.2 Cronograma Tentativo:

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Diagnóstico Línea Base	X					
Prueba Piloto		X	X			
Análisis de Resultados			X			
Escalamiento Tecnológico				X	X	
Integración al SGSST					X	X

Tabla 13 Cronograma de implementación tentativo

20. Recursos Detallados

Se requiere la disposición de recursos humanos, tecnológicos, económicos y organizativos, ampliándose en:

- Personal técnico especializado para configuración de software y mantenimiento de dispositivos.
- Proveedores certificados de tecnología DSS y Garmin.
- Personal médico capacitado en interpretación de datos fisiológicos.

Recurso	Cantidad	Detalle / Especificación	Costo Unitario (estimado)	Costo Total (estimado)
Sistema DSS CAT (Driver Safety System)	1	Incluye cámara, sensor de fatiga, software y cableado	USD 7.000	USD 7.000
Instalación y configuración DSS	1	Mano de obra técnica especializada	USD 1.200	USD 1.200
Reloj Garmin Fenix 7X Pro	1	Smartwatch multisport, con monitoreo de HRV y estrés	USD 900	USD 900
Capacitación operativa DSS	1 jornada	Formación a conductor y supervisor (4 horas)	USD 500	USD 500
Capacitación uso Garmin	1 jornada	Formación a operador sobre funcionalidades clave	USD 300	USD 300
Licencia Software Plataforma DSS	1 año	Licencia anual de uso y actualizaciones	USD 1.000	USD 1.000
Accesorios de montaje DSS	1 kit	Soportes, anclajes, cableado extra	USD 500	USD 500
Gastos logísticos e instalación en mina	-	Traslado de equipos	USD 800	USD 800

Tabla 14 valores estimados

20.1 interpretación de costos asociados

La tabla 13 presenta una estimación detallada de los recursos económicos requeridos para la implementación del sistema integrado de gestión de fatiga en camiones de acarreo. Los costos contemplan tanto los equipos tecnológicos (hardware y software) como las actividades asociadas de instalación, capacitación y soporte operativo.

La tabla de costos detalla una inversión inicial estratégica de USD 12.200 (costo total estimado) que se concentra principalmente en la adquisición de tecnología clave y especializada:

- Sistema DSS CAT (USD 7.000): El núcleo de la solución, enfocado en la detección en tiempo real de la fatiga al volante, lo que justifica el mayor costo.
- Reloj Garmin Fenix 7X Pro (USD 900): Complementa el DSS con datos fisiológicos del operador (HRV y estrés), permitiendo un análisis predictivo más profundo y robusto que la sola detección por video.

Los costos de instalación, configuración, licenciamiento y capacitación (USD 5.300) son esenciales para garantizar el funcionamiento, la precisión y la adopción efectiva del sistema, validando la transición exitosa de la teoría a la práctica.

La relación costo–beneficio de la implementación resulta favorable desde la perspectiva de la gestión de la seguridad y productividad minera. Considerando que el costo promedio de un incidente menor vinculado a la fatiga puede superar los USD 15.000 (entre tiempo de inactividad, reparaciones y reemplazos), la instalación de un solo sistema DSS con monitoreo fisiológico ya se amortiza con la prevención de un único evento. Todo esto, teniendo en cuenta solamente el equipo, sabemos que un incidente puede tener impacto en las personas y también costos asociados.

Además, la aplicación del modelo DSS + Garmin fortalece el cumplimiento de los requisitos de mejora continua (Cláusula 10.2) y de planificación de controles operacionales (Cláusula 8.1) de la norma ISO 45001:2018.

Concepto	Costo (USD)	% sobre total
Sistema DSS CAT	7.000	57 %
Instalación y configuración	1.200	10 %
Garmin Fénix 7X Pro	900	7 %
Licencia Plataforma DSS	1.000	8 %
Capacitación DSS y Garmin	800	6 %
Logística y accesorios	1.300	12 %
Total estimado	12.200	100 %

Tabla 15 distribución porcentual

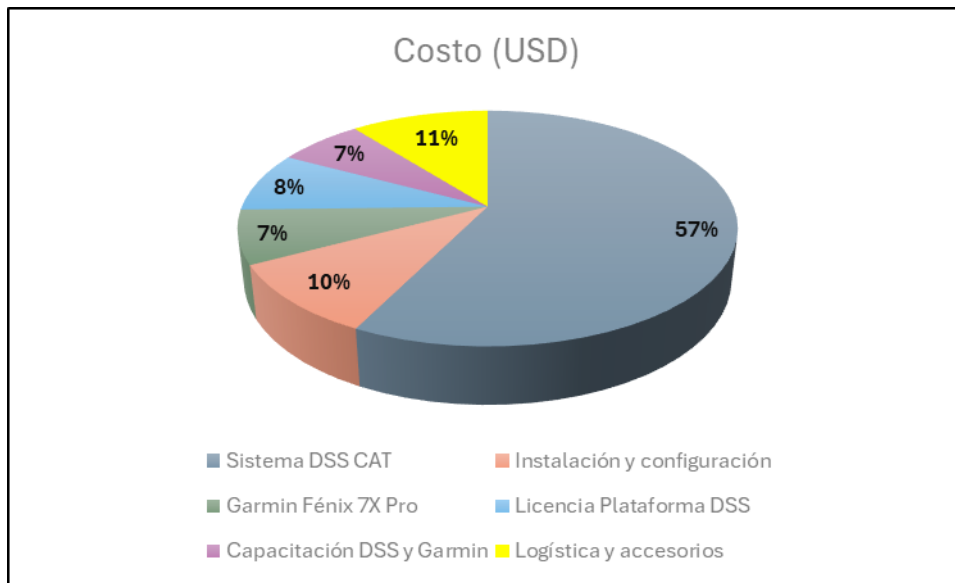


Imagen 37 Grafico de distribución de costos

21. Plan de Capacitación

La capacitación constituye un pilar esencial para la implementación exitosa de cualquier estrategia preventiva. En el caso de la gestión de la fatiga laboral en operaciones mineras, la formación sistemática y continua de los distintos actores operativos garantiza no solo el conocimiento de los riesgos, sino también la apropiación de las herramientas tecnológicas y organizativas que permiten mitigarlos de manera eficaz.

En este contexto, la capacitación no es un mero requisito formal, sino el motor clave para la mitigación del riesgo. Sin una formación sistemática y rigurosa, las inversiones en equipos de alta tecnología, como el Sistema DSS CAT y los *wearables* Garmin Fénix 7X Pro, pierden su eficacia. Las personas deben estar preparadas para interpretar las alertas, aplicar los protocolos de seguridad de forma inmediata y comprender la base fisiológica del autocuidado.

21.1. Destinatarios:

- **Operadores de transporte:** Son los actores principales del sistema, responsables del uso de los camiones y de la interacción con el DSS y los dispositivos Garmin. La capacitación se centra en la detección temprana de signos de fatiga, el autocuidado y la correcta utilización de la tecnología.

- **Supervisores de transporte:** Poseen un rol de control y liderazgo operativo. Se forman para interpretar alertas, aplicar protocolos de actuación inmediata, coordinar pausas activas y garantizar la trazabilidad de los eventos de fatiga.
- **Médicos laborales y personal de Seguridad e Higiene:** Su capacitación se orienta al análisis clínico y preventivo de los datos obtenidos por los wearables (HRV, Body Battery, calidad de sueño, oxigenación) y al desarrollo de planes de intervención médica y ergonómica.
- **Mantenimiento y Tecnologías de la Información (TI):** Reciben formación técnica para asegurar el mantenimiento preventivo del sistema DSS, la actualización de firmware de los relojes Garmin y la trazabilidad de las calibraciones en SAP o software corporativo.
- **Gerencia y mandos medios:** Son capacitados en liderazgo visible, cultura preventiva y uso de reportes de fatiga como herramienta para la toma de decisiones estratégicas.

21.2. Contenidos:

El plan formativo se organiza en cuatro ejes principales:

a) Conceptuales

- Definición y tipos de fatiga (física, mental y cognitiva).
- Factores contribuyentes en minería: disergonómicos, ambientales y psicosociales.
- Consecuencias de la fatiga en seguridad, productividad y salud.

b) Prácticos

- Identificación de síntomas propios y en compañeros (somnolencia, microsueños, pérdida de atención).
- Procedimiento ante activación de una alerta DSS.
- Uso básico y avanzado del Garmin Fénix 7X Pro: carga, sincronización, interpretación de HRV, Body Battery, estrés y calidad del sueño.
- Ejercicios de pausas activas y técnicas de recuperación rápida en cabina y en descanso intermedio.

c) Técnicos

- Funcionamiento del sistema DSS: cámaras infrarrojas, algoritmos de visión artificial, tipos de alertas y criterios de calibración.
- Protocolos internos (CN-HSS-PRO-087, CN-MIN-PRO-115) aplicados a la gestión de fatiga.
- Integración de la información fisiológica y conductual al SGSST y su trazabilidad para auditorías.

d) Organizativos

- Roles y responsabilidades de cada área en la gestión de fatiga.
- Importancia de la comunicación inmediata y de la reportabilidad de incidentes.
- Relación entre gestión de fatiga y cumplimiento normativo (SRT, ISO 45001).

21.3. Modalidad:

La formación se lleva adelante a través de un enfoque mixto, que combina instancias presenciales y virtuales:

- **In situ (presencial):** talleres prácticos en el yacimiento, con simulaciones de eventos de fatiga, uso de DSS en cabina y práctica guiada con los dispositivos Garmin.
- **E-learning:** plataforma digital con módulos teóricos, videos explicativos y cuestionarios interactivos. Permite la revisión autónoma y el acceso remoto durante los periodos de descanso en roster.
- **Procedimientos estandarizados:** entrega de manuales técnicos y guías rápidas de uso (checklists, protocolos paso a paso) para reforzar la práctica operativa.
- **Simulacros:** simulación de escenarios críticos de emergencias por fatiga

22. Plan de Monitoreo y Evaluación

El impacto de la capacitación se mide mediante un sistema continuo de seguimiento:

- **Registro continuo:** control de asistencia y participación en talleres, más registro de uso de dispositivos DSS y Garmin.

- **Generación de reportes:** elaboración de indicadores clave (KPI) como porcentaje de operadores capacitados, número de alertas gestionadas correctamente y tasa de uso de wearables.
- **Retroalimentación:** instancias trimestrales de devolución con operadores y supervisores, reforzando buenas prácticas y corrigiendo desvíos detectados.
- **Evaluación formal:** pruebas escritas, cuestionarios en línea y observaciones en campo por parte de los supervisores de Seguridad e Higiene.

22.1 Integración en el plan de formación de la compañía

El programa de capacitación en gestión de fatiga no se desarrolla de manera aislada, sino que se integra al plan formativo global de la operación minera, garantizando continuidad y sostenibilidad:

- **Registro de cumplimiento:** la capacitación en fatiga es obligatoria y queda asentada en el legajo de cada trabajador.
- **Revisión periódica de indicadores:** los resultados de la capacitación se presentan al Comité de Gestión de Fatiga y a la Gerencia de Operaciones.
- **Auditorías internas y externas:** la capacitación se incluye dentro de los procesos de auditoría corporativa.
- **Retroalimentación permanente:** se incorporan las sugerencias y experiencias de los trabajadores para la mejora continua de los contenidos.

22.2 Registro de capacitación

El registro de las actividades de capacitación constituye un requisito fundamental para garantizar la trazabilidad del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Este registro documentado constituye un elemento esencial dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST). Su propósito es garantizar la trazabilidad, verificabilidad y mejora continua de las competencias del personal, conforme a los requisitos establecidos por la ISO 45001:2018 (Cláusulas 7.2, 7.3 y 9.1), la Ley 19.587, su Decreto Reglamentario 351/79 y la Resolución SRT 905/15.

Su importancia se manifiesta en tres niveles:

a) Cumplimiento normativo y de certificación

- La ISO 45001:2018 (Cláusula 7.2 y 7.3) establece la obligación de documentar las competencias adquiridas por los trabajadores.
- La Ley 19.587 y su Decreto Reglamentario 351/79 imponen a los empleadores la responsabilidad de capacitar a sus trabajadores en materia de higiene y seguridad, y de mantener evidencia de ello.
- La Resolución SRT 905/2015 obliga a las empresas a llevar registros de formación en seguridad y salud, disponibles para auditorías de la ART o la autoridad laboral.

b) Valor organizacional

- Permite verificar qué trabajadores han completado los programas de formación en gestión de fatiga y quiénes requieren refuerzo.
- Facilita la planificación de capacitaciones recurrentes (inducción, actualización anual, talleres trimestrales).
- Proporciona insumos para auditorías internas, revisiones gerenciales y reportes corporativos.

c) Herramienta de mejora continua

- Los registros permiten correlacionar la formación con los indicadores operativos: reducción de alertas no gestionadas, aumento en el reporte voluntario de fatiga, disminución de incidentes por microsueños.
- La retroalimentación obtenida de evaluaciones y encuestas de satisfacción se utiliza para ajustar contenidos y metodologías.


		FORMULARIO REGISTRO DE CAPACITACIONES		<small>CÓDIGO: CN-HSS-FOR-050 Publicado: 11/06/2024 Página 1 de 1</small>																																																																																																																															
REGISTRO DE CAPACITACIONES																																																																																																																																			
Charla 5 Minutos: <input type="checkbox"/>	Capacitación: <input type="checkbox"/>	Práctica Campo <input type="checkbox"/>	Otro:																																																																																																																																
Fecha:	Hora inicio:	Hora fin:	HHC:																																																																																																																																
Teórico <input type="checkbox"/>	Habilidades de gestión <input type="checkbox"/>	Interna <input type="checkbox"/>	Facilitador:																																																																																																																																
Teórico - Práctico <input type="checkbox"/>	Técnicas e inducción <input type="checkbox"/>	Externa <input type="checkbox"/>																																																																																																																																	
Práctico <input type="checkbox"/>	Seguridad y Salud / Ambiente <input type="checkbox"/>	Empresa:	Firma:																																																																																																																																
Práctica en simulador <input type="checkbox"/>	Liderazgo / MOS <input type="checkbox"/>																																																																																																																																	
Lugar:	Material entregado:																																																																																																																																		
Tema/s Dictado/s:																																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Leg.</th> <th style="width: 15%;">Apellido</th> <th style="width: 15%;">Nombre</th> <th style="width: 15%;">Empresa y área</th> <th style="width: 10%;">DNI</th> <th style="width: 10%;">Firma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Leg.	Apellido	Nombre	Empresa y área	DNI	Firma	1						2						3						4						5						6						7						8						9						10						11						12						13						14						15						16						17						18						19						20					
Leg.	Apellido	Nombre	Empresa y área	DNI	Firma																																																																																																																														
1																																																																																																																																			
2																																																																																																																																			
3																																																																																																																																			
4																																																																																																																																			
5																																																																																																																																			
6																																																																																																																																			
7																																																																																																																																			
8																																																																																																																																			
9																																																																																																																																			
10																																																																																																																																			
11																																																																																																																																			
12																																																																																																																																			
13																																																																																																																																			
14																																																																																																																																			
15																																																																																																																																			
16																																																																																																																																			
17																																																																																																																																			
18																																																																																																																																			
19																																																																																																																																			
20																																																																																																																																			
*Sugerencias o recomendaciones:																																																																																																																																			
Hoja nº de																																																																																																																																			
<small>CN-HSS-FOR-050</small>	<small>ESTE DOCUMENTO NO ES CONTROLADO EN SU FORMATO IMPRESO</small>				<small>REVISIÓN: 11/06/2027</small>																																																																																																																														

Imagen 38 Registro de capacitación

22.3 Cronograma de capacitación

El siguiente cronograma detalla la planificación temporal del programa de capacitación en gestión de fatiga, abarcando las etapas de diseño, ejecución, evaluación y mejora continua. Su estructura se basa en la metodología PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar) y contempla tanto instancias iniciales como actividades recurrentes.

Etapas / Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7-12 (recurrente)	Responsable
Diseño de materiales y contenidos	X							Seguridad e Higiene + RRHH
Capacitación a formadores internos	X	X						Seguridad e Higiene
Capacitación inicial a operadores de transporte		X	X					Supervisores + Seguridad
Capacitación a supervisores de transporte		X	X					Seguridad e Higiene
Capacitación técnica a personal de TI y mantenimiento (DSS y Garmin)			X					TI / Mantenimiento
Capacitación a médicos laborales y equipo de Salud Ocupacional				X				Salud Ocupacional
Capacitación a gerencia y mandos medios (cultura preventiva y liderazgo visible)				X				Gerencia de Operaciones
Evaluación inicial de aprendizaje (teórica y práctica)					X	X		Seguridad e Higiene
Simulacros operativos de eventos de fatiga (en mina)					X	X		Supervisores + Seguridad
Auditoría interna de cumplimiento del plan de capacitación						X		Comité de Fatiga
Refuerzo de contenidos y capacitación de actualización							X (cada 3 meses)	Seguridad e Higiene + RRHH

Tabla 16 Cronograma de capacitación

22.4 Cronograma de capacitación – Justificación

a- Lógica Secuencial (Primeros Meses)

- **Diseño (Mes 1):** Es la primera actividad, ya que no se puede capacitar sin materiales listos.
- **Formación de Formadores/Médicos (Mes 2):** Se prioriza la formación de quienes replicarán el conocimiento (Supervisores) y de quienes usarán los datos sensibles (Médicos), justo antes de la capacitación masiva.
- **Gerencia/TI (Mes 3):** La Gerencia necesita conocer el sistema antes del despliegue oficial. El personal de TI/Mantenimiento se capacita para estar listo en el Mes 4, cuando inicia el uso masivo de los equipos.
- **Operadores/Supervisores (Mes 4):** Esta es la capacitación masiva y se programa justo antes o al inicio del despliegue o piloto general.

b- Agrupación de Grupos Similares (Mes 4)

- Se capacita a Operadores y Supervisores en el mismo mes, ya que deben estar coordinados en el manejo de protocolos de alerta.

c- Evaluación (Mes 4)

- La evaluación del aprendizaje debe realizarse inmediatamente después de la capacitación inicial para medir la efectividad de la formación.

d- Actividades Continuas (Meses 7–12)

- Las actividades de Simulacros, Refuerzo/Actualización y Auditoría se reubican en un periodo continuo. Estas no son actividades únicas, sino procesos de Sostenibilidad que deben repetirse periódicamente a lo largo de la vida del proyecto para asegurar la mejora continua

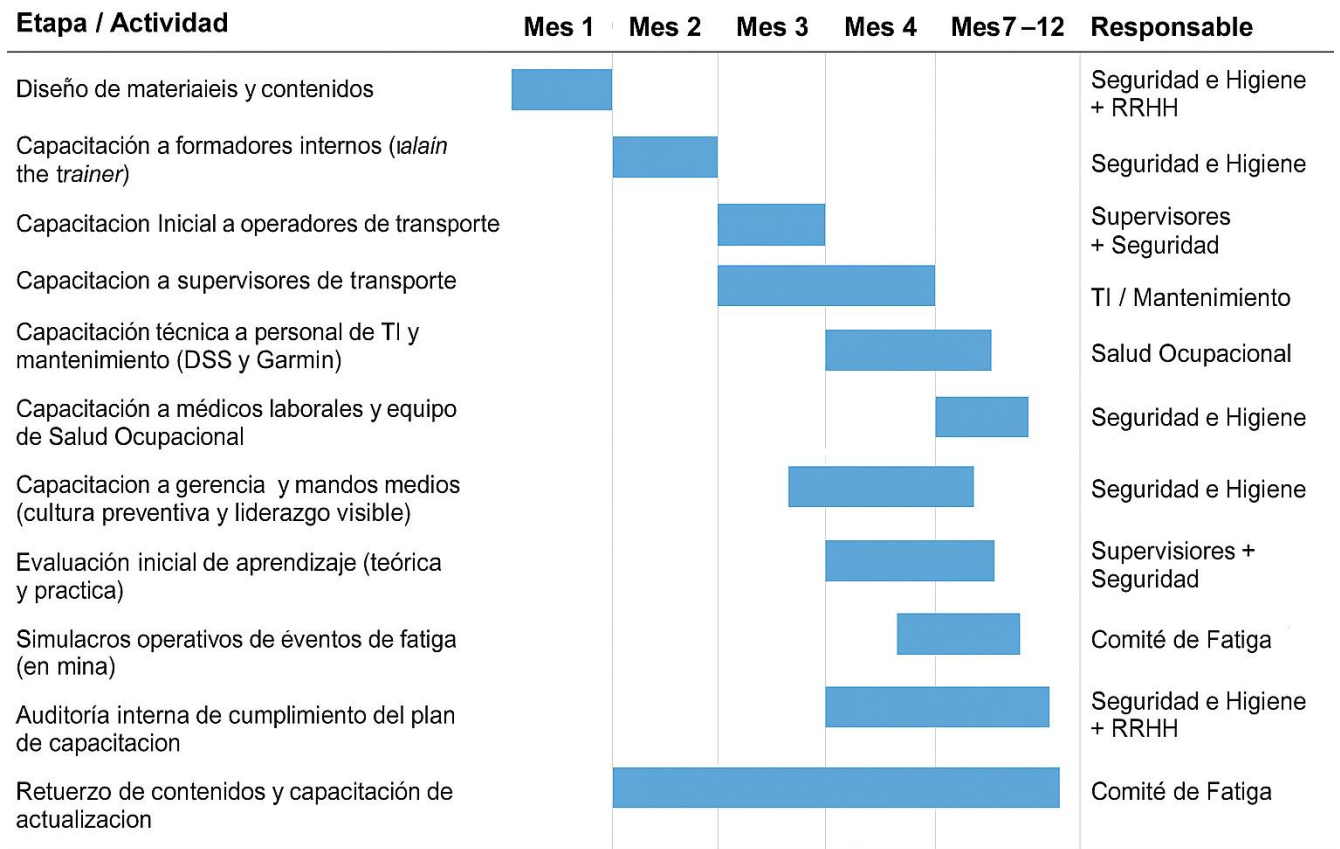


Imagen 39 Diagrama Gantt de Capacitación simplificado



Imagen 40 Slide simplificado proceso de capacitación

23. Análisis del Impacto Esperado

El presente proyecto busca generar un impacto transversal en los ámbitos de seguridad, salud, productividad, sostenibilidad y cultura organizacional, mediante la aplicación de un modelo integral de gestión de la fatiga laboral en operaciones mineras.

La incorporación de tecnologías avanzadas (DSS, wearables Garmin Fénix 7X Pro) junto con la estandarización de procedimientos, la capacitación continua y el monitoreo, se proyecta como una herramienta de prevención y mejora continua dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), conforme a los lineamientos de la norma ISO 45001:2018.

23.1 Impacto en Seguridad y Salud Ocupacional

La implementación del sistema integrado DSS + Garmin permitirá reducir los riesgos asociados a la fatiga y mejorar las condiciones ergonómicas de trabajo.

Los principales impactos esperados son:

- Reducción de eventos e incidentes por fatiga gracias a la detección temprana de signos de somnolencia o pérdida de atención.
- Disminución de enfermedades músculo-esqueléticas mediante pausas activas, rediseño ergonómico y control de vibración de cuerpo completo.
- Mejora de la percepción de seguridad y bienestar de los operadores, fortaleciendo la confianza en los mecanismos de prevención.
- Incremento en la vigilancia de la salud ocupacional, al integrar datos fisiológicos objetivos (HRV, Body Battery, sueño) a las evaluaciones médicas.
- Cumplimiento normativo integral de las exigencias de la Ley 19.587, Decreto 351/79, Res. SRT 295/03, 886/15 y 905/15, garantizando trazabilidad documental y evidencia de gestión preventiva.

En conjunto, estas medidas contribuyen directamente a la prevención primaria de los accidentes y al fortalecimiento del enfoque proactivo de la seguridad.

Eje	Acción/Resultado Esperado	Medición
Reducción de Riesgo Crítico	Reducción de Eventos por Fatiga: La detección temprana de micro-sueños o distracción mediante el DSS CAT permite la intervención instantánea, previniendo accidentes de alto potencial.	Tasa de Incidentes con Tiempo Perdido (LTI) asociados a Fatiga
Monitoreo Fisiológico	Detección Temprana de Riesgos de Salud: El Garmin Fénix 7X Pro monitorea la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (HRV), estrés y calidad de sueño, permitiendo al Médico Laboral y S&H identificar operadores con fatiga crónica o enfermedades subclínicas.	Número de Intervenciones Médicas Preventivas basadas en datos del <i>wearable</i> .
Bienestar y Ergonomía	Mejora en Condiciones Ergonómicas: El análisis de fatiga y la aplicación de Pausas Activas y Rotación (Protocolos ATS/PT) disminuyen la carga estática y el esfuerzo repetitivo.	Disminución de Enfermedades Músculo-Esqueléticas (EMEs) reportadas.
Cultura y Percepción	Aumento en la Percepción de Seguridad: La inversión visible en tecnología y capacitación demuestra el compromiso de la empresa, lo que aumenta la confianza y el reporte voluntario de condiciones de riesgo.	Resultados de Encuestas de Percepción de Seguridad.

Tabla 17 Impacto en SySO

23.2 Impacto en Productividad y Eficiencia Operativa

El control de la fatiga no solo tiene un efecto en las personas, sino que también mejora la eficiencia general del proceso productivo:

- Disminución de pausas no planificadas y de tiempos de inactividad por somnolencia o pérdida de concentración.
- Optimización del ciclo de acarreo, reduciendo desvíos operativos y aumentando la consistencia de las horas efectivas de producción.
- Reducción de incidentes menores y daños materiales, disminuyendo paradas de mantenimiento correctivo y asegurando mayor disponibilidad de equipos.

- Mejora en la toma de decisiones operativas gracias al uso de información objetiva en tiempo real (alertas DSS, métricas Garmin, reportes automáticos).
- Fortalecimiento del liderazgo operativo: los supervisores, con formación específica, podrán actuar de forma inmediata ante señales de fatiga o distracción.

Como resultado, se espera un incremento general de la productividad, junto con una mejora de los indicadores de desempeño (KPI) de la flota y del personal.

Eje	Acción/Resultado Esperado	Medición
Flujo Operacional	Disminución de Pausas No Planificadas: Al gestionar la fatiga, se reduce la necesidad de paradas imprevistas o remociones de cabina, manteniendo el flujo continuo del ciclo de acarreo.	Tiempo de Ciclo Promedio de Acarreo (Meta: Estabilización o leve mejora del tiempo).
Disponibilidad de Recursos	Mejora en la Disponibilidad de Equipos y Personal: La aplicación de protocolos claros y la adecuada gestión de los turnos reduce el ausentismo no programado.	Porcentaje de Disponibilidad de Flota y Personal.
Calidad Operativa	Reducción de Incidentes Operativos (No Críticos): Menor incidencia de errores menores causados por la distracción o somnolencia.	Tasa de Errores Operacionales
Disciplina Operativa	Mayor Eficiencia en el Ciclo de Acarreo: Operadores más alertas mantienen un ritmo constante y dentro de los parámetros de diseño, optimizando el uso de potencia y velocidad.	Adherencia a los Estándares Operacionales (Protocolos de Conducción).

Tabla 18 Impacto en la producción

23.3 Impacto Económico y de Gestión

El análisis económico demuestra que la inversión preventiva inicial (USD 12.200 por unidad piloto) se compensa al evitar un solo incidente o evento de fatiga.

Sin embargo, el impacto financiero del proyecto trasciende el ahorro inmediato, generando beneficios estructurales:

- Optimización de costos operativos por menor ausentismo, rotación y mantenimiento no programado.
- Reducción de pérdidas por tiempo improductivo y por sustitución de personal fatigado.
- ROI positivo desde el primer año, con ahorro potencial anual.
- Disminución de primas o sanciones de la ART al reducir la siniestralidad.
- Incremento del valor intangible de marca mediante el cumplimiento de estándares internacionales de seguridad y responsabilidad social.

La inversión en tecnología y formación se consolida como una acción estratégica de sostenibilidad económica

Acción/Resultado Esperado		Detalle del Ahorro
Costos de Eventos (Grandes)	Reducción de Costos Asociados a Incidentes Catastróficos: Ahorro directo en el costo de reparación, reemplazo y tiempo de inactividad de maquinaria pesada.	Valor presente neto (VPN) de la pérdida evitada por accidente de alto potencial.
Costos de RR.HH.	Optimización de Costos por Menor Rotación y Ausentismo: La mejora del ambiente laboral reduce el gasto en reclutamiento, selección, inducción y reentrenamiento de personal de reemplazo.	Ahorro anual en Costos de Reemplazo
Eficiencia de Activos	Extensión de la Vida Útil de Componentes Clave: La operación consistente por personal alerta minimiza el desgaste abrasivo o por impacto de neumáticos, frenos y transmisiones.	Disminución en el Costo por Hora de Mantenimiento Correctivo.
Cumplimiento Normativo	Optimización de Primas de Seguros y Litigios: Un historial de baja siniestralidad (probado por datos del DSS/Garmin) permite la negociación de primas de ART y Seguros más competitivas.	Ahorro anual en primas de seguro y reducción de provisiones para litigios.
Costo Operacional Fijo	Reducción de Costos Asociados a Reemplazos de Emergencia: La planificación de pausas y rotaciones reduce la necesidad	Disminución del uso de Horas Extras o Contratos Temporales.

	de contratar personal externo o pagar sobretiempo para cubrir ausencias inesperadas por fatiga.	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 19 Impacto económico

23.4 Impacto Organizacional y Cultural

Uno de los aportes más relevantes del proyecto radica en su impacto sobre la cultura organizacional.

El abordaje integral de la fatiga promueve un cambio de paradigma: desde la gestión reactiva hacia la cultura preventiva y de autocuidado.

Entre los efectos esperados:

- Consolidación de una cultura de seguridad basada en el comportamiento, donde cada trabajador se asume protagonista del proceso preventivo.
- Incremento de la comunicación transversal entre áreas operativas, mantenimiento, salud y gerencia, favoreciendo la gestión colaborativa.
- Fortalecimiento del liderazgo visible, en línea con la Cláusula 5 de la ISO 45001, mediante el compromiso activo de supervisores y mandos medios.
- Motivación y sentido de pertenencia del personal, al percibir que la empresa prioriza el bienestar físico y mental de sus trabajadores.
- Capacidad institucional para innovar, integrando nuevas tecnologías sin afectar la continuidad operativa.

El cambio cultural asociado al proyecto constituye un modelo de gestión moderna y centrada en las personas.

23.5 Impacto Estratégico y de Sostenibilidad

Desde una perspectiva estratégica, la adopción del modelo de gestión de fatiga refuerza la posición de la empresa dentro del sector minero argentino y regional.

Los principales impactos esperados son:

- Alineación con estándares internacionales de excelencia (ISO 45001, ISO 14001 y ISO 9001), facilitando auditorías y certificaciones integradas.
- Contribución a la sostenibilidad corporativa, reduciendo impactos sociales y ambientales indirectos asociados a accidentes o sobrecargas laborales.

- Mejora en la reputación institucional, al posicionar a la empresa como referente en innovación tecnológica y bienestar laboral.
- Potencial de replicabilidad del modelo en otras operaciones del grupo, promoviendo la estandarización corporativa de la gestión de fatiga.
- Fortalecimiento del enfoque PHVA, integrando la mejora continua como eje estructural del SGSST.



Imagen 41 Slide simplificado de impacto esperado

24. Gestión de Incidentes

La gestión de incidentes constituye un componente esencial del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), ya que permite identificar, analizar y controlar los eventos no deseados que pudieran afectar la seguridad de las personas, los equipos, las instalaciones o el medio ambiente. En el contexto de la gestión de la fatiga laboral, este proceso adquiere un valor estratégico al integrar información proveniente de los sistemas tecnológicos DSS (Driver Safety System) y de los dispositivos Garmin Fénix 7X Pro, favoreciendo la detección temprana de desvíos y la trazabilidad objetiva de los incidentes.

El propósito de este proceso es garantizar un enfoque coherente para clasificar, informar e investigar los eventos de seguridad y sostenibilidad, determinar las causas subyacentes y comunicar las lecciones aprendidas para evitar que se repitan en toda la organización.

El Proceso de Reporte e Investigación de Eventos de Seguridad y Sostenibilidad sirve para complementar el Estándar del Sistema de Gestión de Riesgos (NEM-RMS-STA-001) con orientación de procedimiento basada en los requisitos funcionales de Seguridad y Sostenibilidad.

24.1 Calculadora de impactos

La matriz de riesgos 5x5 de Newmont constituye una herramienta corporativa de evaluación semicuantitativa del riesgo, utilizada para determinar el nivel de exposición y el impacto potencial de un evento sobre la salud, la seguridad, la producción y los activos de la compañía.

Este instrumento permite integrar criterios objetivos, comparables y trazables dentro del proceso de identificación y priorización de riesgos del SGSST (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo).

Matriz de Riesgos 5x5 de Newmont					
Probabilidad	Severidad				
	1-Insignificante	2-Menor	3-Moderado	4-Mayor	5-Catastrófico
5-Cierto	Alto (11)	Alto (16)	Muy alto (20)	Muy alto (23)	Muy alto (25)
4-Probable	Medio (7)	Alto (12)	Alto (17)	Muy alto (21)	Muy alto (24)
3-Posible	Bajo (4)	Medio (8)	Alto (13)	Muy alto (18)	Muy alto (22)
2-Improbable	Bajo (2)	Bajo (5)	Medio (9)	Alto (14)	Muy alto (19)
1-Raro	Bajo (1)	Bajo (3)	Medio (6)	Medio (10)	Alto (15)

Tabla 20 Matriz de Riesgos 5x5

El método se basa en la combinación de dos variables:

1. **Probabilidad (P):** mide la frecuencia o posibilidad de ocurrencia del evento, con valores entre 1 (raro) y 5 (cierto).
2. **Severidad o Consecuencia (C):** representa el nivel de daño o impacto en función de la afectación sobre las personas, los activos, la producción o el entorno, también valorada entre 1 (insignificante) y 5 (catastrófico).

El resultado de la multiplicación de ambas variables ($P \times C$) determina el nivel de riesgo (NR), que luego se clasifica en cinco categorías de prioridad:

Nivel de Riesgo	Rango de NR	Categoría
1 – 5	Bajo	Riesgo aceptable. Continuar con controles existentes.
6 – 10	Medio	Monitorear. Implementar mejoras razonables.
11 – 15	Alto	Requiere medidas de mitigación y seguimiento frecuente.
16 – 20	Muy alto	Acción inmediata. Evaluar suspensión de la tarea.
21 – 25	Crítico	Detener la tarea hasta implementar controles efectivos.

Tabla 21 Niveles de Riesgo

La Tabla de N°22 de Probabilidad se integra directamente a la Matriz 5x5 de evaluación de riesgos, definiendo los rangos de frecuencia de ocurrencia y los valores numéricos que permiten cuantificar la probabilidad de un evento.

Este modelo estandarizado, adoptado en todas las operaciones de la compañía, asegura la trazabilidad y comparabilidad de los resultados, en coherencia con los lineamientos de la norma ISO 45001:2018 (Cláusula 6.1.2).

En el contexto del presente proyecto, los valores de probabilidad se asignan considerando la frecuencia de alertas por fatiga detectadas mediante el sistema DSS y los indicadores fisiológicos obtenidos de los dispositivos Garmin Fénix 7X Pro.

La combinación de esta probabilidad con la severidad del impacto (según el tipo de evento: seguridad, producción, salud o proyecto) permite determinar el Nivel de Riesgo ($NR = P \times C$) y priorizar las acciones preventivas.

Así, la integración de ambas tablas constituye la base de la calculadora de impactos, herramienta clave para la gestión proactiva de la fatiga laboral en el sector minero.

Tabla de probabilidad de Newmont		
Valor	Descripción	Estándar (indistintamente)
5	Cierto	Evento ocurrió o se espera que ocurra en los próximos 12 meses. La frecuencia del evento podría ocurrir diario o mensual Probabilidad >90%
4	Probable	El evento podría ocurrir entre 1 y 12 meses. La frecuencia del evento puede ser mensual o anual Probabilidad 60-90%
3	Posible	El evento podría ocurrir en un marco de tiempo entre 5 y 10 años Probabilidad 30-60%
2	Improbable	El evento ha ocurrido en la industria en otro lugar y podría ocurrir en un marco de tiempo entre 5 y 10 años Probabilidad 10-30%
1	Raro	El evento ha ocurrido raramente o podría ocurrir en circunstancias excepcionales, en un marco de tiempo entre 10 y 30 años Probabilidad <10%

Tabla 22 Probabilidad

Los impactos pueden ser en varios ejes de la compañía, tal como muestra la tabla 23

Tipo de impacto	1 - Insignificante	2 - Menor	3- Moderado	4 - Mayor	5 - Catastrófico
Salud_y_Seguridad	Enfermedad/ lesión de primeros auxilios (PA) - máximo tratamiento requerido.	Enfermedad/lesión con tratamiento médico (TM) Enfermedad/lesión con reasignación de tareas (TMRT).	Enfermedad/lesión con tiempo perdido (ICDP).	Discapacidad permanente de una o varias personas Una fatalidad	Múltiple fatalidad
Pérdida_monetaria_USD_anuales	< USD 1.000.000	USD 10.000.001 – 25.000.000	USD 25.000.001 – 50.000.000	USD 50.000.001 – 100.000.000	>USD 100.000.000
Producción_Oz_frente_a_BP_anual	<1% de reducción de la producción con respecto al plan	1 - 3% de reducción de la producción con respecto al plan	3,1 - 5% de reducción de la producción con respecto al plan	5,1 – 10% de reducción de la producción con respecto al plan	>10% de reducción de la producción con respecto al plan
Retraso_o_interrupción_de_la_producción	<1 mes	1 – 2 meses	2 – 3 meses	3 – 6 meses	>6 meses
Capital_o_Proyecto	<3% sobre Costo Total Instalado (TIC) <3% sobre Coste de la autorización de gasto (AFE)	3 - 5% sobre TIC / AFE	3 - 5% sobre TIC / AFE	3 - 5% sobre TIC / AFE	3 - 5% sobre TIC / AFE

Tabla 23 Impactos en la Operación

24.2 Reporte Flash

El Reporte Flash constituye la primera herramienta de registro utilizada en el proceso de gestión y comunicación inmediata de incidentes dentro de la operación minera. Su propósito es documentar, en tiempo real, la información inicial disponible sobre cualquier evento o condición insegura detectada, permitiendo una respuesta rápida, trazable y estandarizada por parte de los equipos de Seguridad, Supervisión y Operaciones.

Sus objetivos principales:

- Asegurar la reportabilidad inmediata de eventos relacionados con la fatiga o el comportamiento del operador.
- Facilitar la evaluación preliminar de riesgos y la determinación de acciones inmediatas para controlar la situación.
- Registrar impactos y condiciones del entorno, junto con la evidencia fotográfica y las primeras medidas adoptadas.
- Integrar la información con el proceso formal de investigación posterior, mediante el formulario CN-HSS-FOR-005.

REPORTE FLASH						
-						
INFORMACIÓN GENERAL						
CLASIFICACIÓN	SEGURIDAD Y SALUD			UBICACIÓN:		
CATEGORÍA				ÁREA ESPECÍFICA		
SITIO				RECURSO AFECTADO		
FECHA	HORA			TIPO		
GERENCIA				NOMBRE DE EQUIPO	INT./ DOMINIO	
DEPARTAMENTO				PARTE DAÑADA		
RELACIÓN LABORAL	EMPRESA			PARTE LESIONADA		
DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE						
IMPACTOS						
Consecuencia		Naturaleza		Cat. de impacto		Consecuencia
		#N/D				
		#N/D				
EVALUACIÓN DE RIESGO						
Tipo de impacto	Consecuencia		Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo	
					#N/D	
PELIGROS Y RIESGOS						
Código:	Tipo	Peligro		Riesgo Asociado		
	#N/D	#N/D		#N/D		
FOTOGRAFÍAS						
Hallazgos iniciales				Acciones tomadas inmediatamente:		
PLAN DE ACCIÓN						
Jerarquía de controles	Título de la acción	Descripción	Prioridad	Revisión de efectividad	Vencimiento	Responsable

Imagen 42 Formulario de Reporte Flash

El Reporte Flash cumple con los lineamientos establecidos por la ISO 45001:2018 (Cláusula 10.2 – Incidentes y acciones correctivas), la Ley Nacional 19.587, el Decreto Reglamentario

351/79 y las Resoluciones SRT 905/15 y 886/15, garantizando la trazabilidad documental y el cumplimiento legal.

Asimismo, actúa como input operativo para el Comité de Gestión de Fatiga, permitiendo identificar patrones de comportamiento, turnos críticos o condiciones ambientales adversas, y facilitando la toma de decisiones basada en evidencia.

De este modo, el Reporte Flash se convierte en un componente fundamental del ciclo Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA), fortaleciendo la cultura preventiva y la mejora continua dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

24.3 Reporte de investigación

Todos los eventos deben ser reportados y comunicados inmediatamente a las partes interesadas internas y externas apropiadas. Como mínimo, los eventos deben ser reportados a los respectivos equipos responsables de la supervisión y gestión del tipo de impacto (es decir, Medio Ambiente, Salud, Seguridad, Desempeño Social).

El presente formulario constituye la herramienta oficial utilizada para el registro, análisis e investigación de incidentes dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) de la operación minera.

Su estructura permite documentar cada fase del proceso —desde la descripción del evento hasta la implementación y verificación de las acciones correctivas— asegurando la trazabilidad completa del ciclo de mejora continua.

El formato integra los lineamientos corporativos de Newmont RMS (Risk Management Standard – Event Reporting and Investigation) y las exigencias de la ISO 45001:2018, la Ley 19.587, el Decreto 351/79 y la Resolución SRT 905/15, garantizando que toda desviación, cuasi incidente o evento con potencial de pérdida sea registrado y analizado conforme a criterios técnicos.

REPORTE DE INVESTIGACIÓN						CN-HSS-FOR-006
INFORMACIÓN DEL EVENTO						
Título del Incidente:		-		Fecha de evento:	0/1/1900	ID Enablon*
Descripción:		0				
DATOS PERSONALES Y LABORALES*						
Legajo (Newmont) o DNI (Contratista)		Empresa		Leg. Gerente		#N/D
Apellido y nombre	#N/D	Turno de trabajo		Leg. Supte.		#N/D
Puesto	#N/D	Día del roster		Leg. Jefe		#N/D
Tiempo en el puesto		Nombre de Testigos		Leg. Supervisor		#N/D
5 Por qué*						
1)						
2)						
3)						
4)						
5)						
ANÁLISIS DE CAUSA						
Tipo de riesgo*					Subcategoría del riesgo	#N/D
CONTROLES*						
1)						
2)						
3)						
4)						
5)						
CAUSA PRINCIPAL						
1)	Causa primordial*					Descripción de causa*
	Detalles*					Lección aprendida*
2)	Causa primordial*					Descripción de causa*
	Detalles*					Lección aprendida*
3)	Causa primordial*					Descripción de causa*
	Detalles*					Lección aprendida*
¿QUÉ SALIÓ MAL?*						
EQUIPO DE INVESTIGACIÓN*						
Rol	Nombre y apellido				Gerencia	
Líder de Investigación						
Facilitador						
Miembro de equipo						
Miembro de equipo						
Miembro de equipo						
Miembro de equipo						
PLAN DE ACCIÓN						
Jerarquía de controles	Título	Descripción detallada	Responsable (Newmont)	0	Firma	
			Vencimiento	0/1/1900		
			Prioridad	0		
Rev. Efectividad?	0					
Jerarquía de controles	Título	Descripción detallada	Responsable (Newmont)	0	Firma	
			Vencimiento	0/1/1900		
			Prioridad	0		
Rev. Efectividad?	0					
Jerarquía de controles	Título	Descripción detallada	Responsable (Newmont)	0	Firma	
			Vencimiento	0/1/1900		
			Prioridad	0		
Rev. Efectividad?	0					
Jerarquía de controles	Título	Descripción detallada	Responsable (Newmont)	0	Firma	
			Vencimiento	0/1/1900		
			Prioridad	0		
Rev. Efectividad?	0					
REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL REPORTE*						
Nombre y Apellido	Puesto			Gerencia	Firma	

Imagen 43 Formulario de investigación

Los plazos de los objetivos de presentación de informes internos de Newmont se resumen en la Tabla 14 en función de la calificación de "Posibles consecuencias" del Evento general.

Período de tiempo desde el evento	Actividad(es)
<24 horas	<ul style="list-style-type: none"> • Responder al evento; iniciar la Respuesta Rápida (si es necesario). • Notificar a las funciones locales apropiadas en función de los impactos (por ejemplo, Medio Ambiente, Seguridad) • Los datos ingresados en el módulo de informes de eventos en la plataforma de software del Sistema de Gestión de Riesgos (RMS) de Newmont. • El liderazgo del sitio debe activar los procesos de notificación establecidos a través de los canales apropiados para el liderazgo sénior, como se describe a continuación. <p>Eventos Potenciales Significativos (SPEs):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <12 horas de un evento que se clasifica como SPE - Unidad de Negocio (BU) Line Leader notifica al Director de Operaciones (COO) y al Jefe de Grupo de Seguridad y Salud y Protección o Director de Tecnología (CTO) y GH HSS (para sitios de Exploración y Legado) del evento, a través de una llamada telefónica / mensaje de texto / WhatsApp / correo electrónico. • En el caso de las SPE de seguridad, el director del departamento en el que se produjo el evento, junto con el soporte de salud y seguridad, rellenará la nota del archivo de clasificación de SPE (véase el apéndice 6.7). • El Gerente General aprueba la nota del archivo de clasificación SPE. • Si hay incertidumbre o desacuerdo sobre una clasificación de SPE, el evento se remitirá al Jefe de BU HS correspondiente o equivalente para tomar una determinación final dentro de las 72-96 horas posteriores a ser contactado. • Es responsabilidad del Líder de Línea de BU determinar si el Evento y los hallazgos inmediatos son relevantes para la cascada dentro de su unidad de negocio. <p>Lesiones por Día Perdido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <24 horas: el líder de línea de BU envía un correo electrónico al director de operaciones y al jefe de grupo (GH) de Salud y seguridad o al CTO y GH Health and Safety (para sitios de exploración y heredados). Es responsabilidad del Líder de Línea de BU determinar si el Evento y los hallazgos inmediatos son relevantes para la cascada dentro de su unidad de negocio.

Período de tiempo desde el evento	Actividad(es)
	<p>Tratamiento Médico/Lesiones Laborales Restringidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se requiere notificación. Es responsabilidad del Líder de Línea de BU determinar si el Evento y los hallazgos inmediatos son relevantes para la cascada dentro de su unidad de negocio. <p>Medio Ambiente y Desempeño Social Nivel 3+ Potencial y Eventos de Derrame de Cianuro:</p> <p>El equipo corporativo es responsable de revisar todos los eventos relacionados con el cianuro para determinar si se requiere notificación al Instituto Internacional de Gestión del Cianuro (ICMI) según los "Incidentes significativos de cianuro" definidos en el Apéndice 3.</p>
<48 horas	<p>SPEs</p> <ul style="list-style-type: none"> • El jefe de línea de la unidad de negocio envía por correo electrónico la alerta de evento a la lista de distribución de DL_SS Event Notification utilizando la plantilla de alerta adecuada (por ejemplo, alerta de seguridad, alerta de entorno). • Los equipos empresariales compartirán alertas en la página de la comunidad de notificaciones de eventos de Viva Engage.
<5 días	<ul style="list-style-type: none"> • Recopile y complete los detalles del evento y los campos obligatorios adecuados. • Revisión de la calidad y completitud de los datos del evento (Quality Review). • Iniciar la investigación de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Eventos de Nivel 3+ ○ Otros eventos en los que los líderes del sitio, la unidad de negocio o la empresa solicitan la investigación para identificar aprendizajes. • NOTA: Los destinatarios de las alertas revisarán el contenido para verificar su relevancia y cascada según corresponda (incluidas las expectativas de acciones/comprobaciones inmediatas y el plazo para compartir con los equipos).
<45 días	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo una investigación e identificar la causa raíz/fallos de control, las lecciones de aprendizaje y las acciones correctivas completadas. <p>Las investigaciones son obligatorias para todos los eventos de L3+ y cualquier derrame de cianuro. Otros eventos pueden ser investigados a discreción de la dirección.</p>

Período de tiempo desde el evento	Actividad(es)
<p><7 días después de finalizada la investigación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El Gerente General, el Gerente de Línea y el Gerente de HS revisan los aprendizajes de los eventos y desarrollan la Notificación de Aprendizaje de Eventos de S&S. • El jefe de la unidad de negocio completará el control de calidad en la notificación de aprendizaje antes de la aprobación por parte del MD o GH correspondiente, que luego enviará a la lista de distribución DL SS Event Notification. • Se consultará a los GH pertinentes (por ejemplo, Salud y Seguridad) si se requieren más acciones urgentes por parte de los destinatarios. • Informe final de la investigación, junto con la Plantilla de Lecciones Aprendidas y la Nota de Clasificación SPE, cuando corresponda, para ser cargados en Enablon o CHES. • El equipo de S&S empresarial publicará el intercambio de aprendizajes en Viva Engage, donde los equipos pueden compartir ideas o preguntas relacionadas con el evento.
<p>Distribución del aprendizaje posterior a la investigación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los destinatarios de las notificaciones de aprendizaje deben revisar el contenido, confirmar si las acciones urgentes son relevantes para sus equipos y compartirlas con sus subordinados directos. [Ver Apéndice 4 – Guía para compartir lecciones aprendidas] • Si es relevante, ¿es esta Notificación de Aprendizaje una en la que solo una revisión de campo por parte del gerente / superintendente es suficiente o requiere una revisión de campo Y discusiones de aprendizaje con los equipos de primera línea? <p>Revisión de campo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar una revisión de campo de tareas similares para garantizar que las brechas destacadas por la investigación se gestionen de manera efectiva a nivel local, incluidos los controles de riesgo relacionados, se implementen y sean efectivos, y se resuelvan las acciones específicas de la investigación; • Se deben realizar CCV adicionales para las tareas relevantes y los riesgos fatales para garantizar el cumplimiento • Comparta los controles o procesos con el sitio/proyecto que tuvo el evento si no se han capturado en los resultados de la investigación <p>Aprendizaje en equipo Compartir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lleve a cabo los pasos de la revisión de campo más: • Comparta los detalles del evento, los hallazgos de la investigación, las acciones y los aprendizajes con el equipo de primera línea

Período de tiempo desde el evento	Actividad(es)
	<ul style="list-style-type: none"> Solicite la opinión del equipo sobre la relevancia para sus tareas laborales y cualquier opinión sobre los controles y el cumplimiento locales. ¿Es necesario realizar alguna de las acciones que se llevan a cabo en el lugar o proyecto del evento? Capture cualquier acción local o comentarios de los equipos <p>Otros equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> Compartir eventos con sus equipos para garantizar la conciencia y la apreciación de los riesgos que se gestionan Considere los enlaces ascendentes a eventos como socios contractuales, cadena de suministro, comunicaciones, TI, etc.

Tabla 24 Plazos e informes de incidentes

24.4 Procesos de investigación

Eventos calificados como una consecuencia potencial Nivel 3+ y todos los derrames de cianuro. Los eventos requieren una investigación formal utilizando metodologías de investigación generalmente aceptadas para el tipo de impacto (consulte la Tabla 3 a continuación). La investigación debe ser liderada por el área funcional asociada con la calificación de impacto potencial más alta.

Los eventos calificados como Posibles Consecuencias de Nivel 1 y 2 pueden ser investigados a discreción de los líderes del sitio, de la unidad de negocio o de la empresa y seguir las metodologías establecidas.

Eventos	Nivel 5		Nivel 4		Nivel 3	Nivel 1 / Nivel 2 (Opcional)
Rol	<i>Real</i>	<i>Potencial</i>	<i>Real</i>	<i>Potencial</i>	<i>Real / Potencial</i>	
Cliente	MD/GH	GM	MD / GH	GM	Gerente / Superintendente	
Líder del Equipo de Investigación	Pyme y MD externas	PYME / GM independiente	Gerente (<i>independiente del área</i>)		Gerente Superintendente	Supervisor
Facilitador	Externo y/o Jefe/Jefe de Grupo			Asesor y superior	Sitio PYME	Supervisor

Eventos	Nivel 5	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 1 / Nivel 2 (Opcional)
Métodos de investigación	Factores esenciales		Factores esenciales / 5 porqués	5 porqués
Resultado del análisis	Controles Críticos y Factores Organizacionales Ausentes/Fallidos		Controles críticos ausentes/fallidos	
Línea de tiempo	45 días			

Tabla 25 Recursos para investigaciones

Los resultados de la investigación deben incluir recomendaciones para abordar los factores controlables con prioridad a los controles de ingeniería de orden superior. El cliente debe tener en cuenta todas las recomendaciones a la hora de desarrollar y asignar acciones.

Las muertes o eventos de naturaleza legal delicada requerirán la participación de miembros del equipo legal para ayudar con el privilegio legal y de abogados. Los informes detallados de eventos y los documentos complementarios se almacenarán en plataforma corporativa.

La investigación formal y el informe correspondiente se completan dentro de los 45 días para todos los eventos que requieren investigación.

Los detalles del nivel de resumen de la investigación se capturarán en el software de informes de eventos identificando las fallas de control, las causas raíz, las lecciones aprendidas y las acciones para abordar las causas raíz. Se adjuntará al expediente del incidente una copia del informe de investigación. La información de investigación de Nivel 4 y 5 del evento debe registrarse en inglés como mínimo.

Para todas las SPE, dentro de los 7 días posteriores a la fecha de finalización de la investigación, el equipo de la Empresa, en colaboración con la unidad de negocio y/o el sitio, generará una Notificación de aprendizaje. La notificación será enviada por correo electrónico por el MD

24.5 Metodologías de investigación

Internamente hay dos metodologías en uso, los 5 porqués y factores esenciales. Esta última metodología tiene mucho en común con la técnica de causa raíz. Es una metodología de análisis causal que busca determinar por qué ocurrió un incidente, examinando qué factores fallaron o estuvieron ausentes en relación con las condiciones normales de operación. No se enfoca en buscar culpables, sino en detectar deficiencias sistémicas que originaron o permitieron el evento.

Categoría	Descripción	Ejemplos en contexto de fatiga minera (DSS + Garmin)
Factores Humanos	Aspectos relacionados con el comportamiento, atención, entrenamiento, capacidad física o mental del trabajador.	Operador fatigado, micro sueño, reacción lenta, omisión de pausa activa.
Factores del Entorno / Lugar de Trabajo	Condiciones ambientales, ergonómicas o de diseño que influyen en el desempeño.	Vibración excesiva, iluminación deficiente, ruido, cabina no ajustada a la antropometría.
Factores Organizacionales	Aspectos de la gestión, planificación, supervisión y liderazgo.	Turnos prolongados, carga de trabajo, cultura de reporte débil, presión productiva.
Factores de Equipos / Herramientas	Condiciones técnicas, mantenimiento o calibración de los dispositivos.	Cámara DSS mal calibrada, falla en sincronización Garmin, asiento sin mantenimiento.
Factores de Procedimientos / Normas	Existencia y aplicación de procedimientos, estándares y controles administrativos.	Procedimiento no actualizado, falta de revisión de alertas semanales, ausencia de permisos de trabajo fatiga.

Tabla 26 Ejemplo de factores esenciales en la gestión de la fatiga



Imagen 44 Técnica de investigación por factores esenciales – Imagen creada por IA

La metodología de los 5 porque se utiliza para incidentes menores. Su propósito es profundizar progresivamente en el análisis causal de un incidente preguntando reiteradamente “¿por qué ocurrió?” hasta llegar a la causa raíz que originó el evento.

Es una herramienta simple, no punitiva y participativa, ideal para equipos de investigación interdisciplinarios (seguridad, operaciones, mantenimiento, salud, supervisión). La técnica de los 5 Porqués permite profundizar de manera lógica y progresiva en las causas reales de los incidentes relacionados con la fatiga laboral.

Su aplicación fortalece la investigación basada en evidencia, mejora la toma de decisiones preventivas y promueve una cultura de seguridad madura, donde cada evento se convierte en una oportunidad para aprender y mejorar.

La siguiente tabla muestra como ejemplo el paso a paso de la aplicación de la técnica en la gestión de la fatiga

Etapa	Descripción
Paso 1 – Primera pregunta: Por qué ocurrió el evento	Identificar la causa inmediata. Ejemplo: “Porque el operador se quedó dormido unos segundos.”
Paso 2 – Segunda pregunta: Por qué se quedó dormido	Analizar las condiciones que llevaron a esa situación. Ejemplo: “Porque acumulaba 10 horas de conducción continua sin pausas activas.”

Paso 3 – Tercer porqué: Por qué no realizó pausas	Detectar causas organizativas o de gestión. Ejemplo: “Porque el supervisor no las programó dentro del ciclo operativo del turno.”
Paso 4 – Cuarto porqué: Por qué el supervisor no las programó	Explorar causas sistémicas. Ejemplo: “Porque el procedimiento CN-HSS-PRO-087 no contempla pausas obligatorias para turnos nocturnos.”
Paso 5 – Quinto porqué: Por qué el procedimiento no contempla ese requisito	Llegar a la causa raíz. Ejemplo: “Porque en la revisión anual del SGSST no se integraron los indicadores de fatiga detectados por los wearables.”

Tabla 27 Ejemplo de paso a paso – 5 Porques

25. Indicadores de Desempeño de Seguridad

El objetivo es Realizar una evaluación de cada área de la mina, estableciendo una valoración del Desempeño en Higiene y Seguridad, respecto a los estándares de seguridad internos y al marco legal vigente. La evaluación se identifica como “IDHS – Indicador de Desempeño de Higiene y Seguridad”.

El procedimiento CN-HSS-PRO-051 “Evaluación de Desempeño en H&S” establece el método corporativo mediante el cual se valoran mensualmente los Indicadores de Desempeño en Higiene y Seguridad (IDHS) de todas las áreas operativas y de soporte de Cerro Negro.

Allí es determinar el grado de cumplimiento de los estándares internos de seguridad, del marco legal vigente y de los compromisos derivados del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST).

En el contexto del presente proyecto, la gestión de la fatiga laboral se integra a esta evaluación a través de los indicadores específicos definidos en el procedimiento, particularmente en los ítems de “Autoevaluaciones de fatiga”, “Difusión de objetivos H&S y Bienestar”, y “Capacitaciones en Seguridad y Fatiga”.

Estos elementos permiten medir no solo la eficacia de las acciones preventivas implementadas, sino también su impacto en el comportamiento organizacional y en la mejora continua del sistema

Área	Incidentes			Eval. de Riesgos	Acciones						Capacitaciones	Objetivos, control de Fatiga y Bienestar	Controles Operacionales	FRM			Cumplimiento				
	(1) SPE 's	(2) Lesiones	(3) Investigaciones	(4) IPERC	(5) Eventos	(6) Intervenciones ERM	(7) NCC 's	(8) SPE 's Review	(9) Higiene	(10) Rev. Efectividad	(11) Rev. Sustentabilidad	(12) Plan anual y participación de Líderes	(13) Autoevaluaciones de Fatiga	(14) Índice de esgrima (fatiga bienestar)	(15) Inspecciones	(16) Pre-inicio		(17) VCC 's	(18) Coaching de Líderes	(19) Coaching e Supervisores	
SEG. PATRIMONIAL																					
SALUD																					
AMBIENTE																					
EXPLORACIÓN																					
PROYECTOS																					
IT																					
CAMPAMENTO Y LOG. DE VIAJES																					
SERVICIOS TÉCNICOS																					
ABASTECIMIENTO Y LOGÍSTICA																					
GESTIÓN DE RESIDUOS																					
MTTO. SERV. GENERALES																					
TRATAMIENTO DE AGUA																					
MTTO. EQUIPOS FIJOS																					
MTTO. MECÁNICO MINA																					
MTTO. LIVIANO																					
OPERACIONES SUPERFICIE																					
OPERACIONES EK Y SSM																					
OPERACIONES MARIANAS																					
OPERACIONES PLANTA																					
METALURGIA PLANTA																					
MTTO. ELÉCTRICO PLANTA																					
MTTO. MECÁNICO PLANTA																					

Imagen 45 Formulario de Evaluación de IDHS

25.1 Criterios de Evaluación

- El objetivo para cada área será 85% de cumplimiento.
- El IDHS consta de 16 puntos para áreas de soporte y 19 para las áreas participantes en la medición STIP:

1- Incidentes SPE

Todas las áreas

- ✓ Serán considerados los eventos SPE's del mes, por área (incluye sus contratistas a cargo).

2- Lesiones (propias o de contratistas)

Todas las áreas

- ✓ Primeros auxilios
- ✓ Tratamientos médicos / Tratamientos médicos con reasignación de tareas
- ✓ Lesiones con pérdida de días

3- Investigaciones

Todas las áreas:

- ✓ Se evaluará el estado de investigaciones, correspondientes a los eventos de los dos ítems anteriores; según CN-HSS-PRO-002_Gestión de incidentes.
- ✓ Esta información se obtiene de Enablon (plataforma corporativa de gestión de eventos)

4- Matriz de Riesgo/IPERC

Todas las áreas:

- ✓ Se considerará su creación, difusión y cumplimiento de acciones, de acuerdo con lo propuesto.
- ✓ La matriz, debe ser la aprobada por el departamento de Seguridad y cumplir con los requisitos del CN-HSS-PRO-001_Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

5- Acciones pendientes de eventos de seguridad

Todas las áreas:

- ✓ Serán consideradas todas las acciones surgidas de las investigaciones de todos los eventos, del año en curso o de años anteriores.
- ✓ Se evalúan acciones pendientes por responsable, no por área donde ocurrió el evento.

6- Intervenciones de ERM (equipo de rescate minero):

Todas las áreas:

- ✓ Acciones que surjan de simulacros y emergencias.

7- Planes de acción de Verificaciones de Controles Críticos

Todas las áreas:

- ✓ Se tendrán en cuenta aquellos planes confeccionados por el área o por terceros.
- ✓ Esta información se obtiene de Enablon.

8- Planes de Acción SPE's Review

Todas las áreas:

- ✓ Se evaluará el estado de las acciones que surjan de la "Revisión de aplicabilidad de Lecciones Aprendidas en el sitio", según CN-HSS-PRO-002_Gestión de incidentes.
- ✓ Esta información se obtiene de Enablon.

9- Higiene Industrial

Todas las áreas:

- ✓ Comprende todas las acciones que se determinaran luego de haber realizado un estudio de Higiene Industrial en el área evaluada.
- ✓ Esta información se obtiene de Enablon.

10- Revisiones de Efectividad

Todas las áreas:

- ✓ Se evaluará el estado de las acciones que requieran "Revisión de Efectividad", de acuerdo con el criterio aplicado en el establecimiento de planes de acción relacionados con Seguridad e Higiene.

11- Revisiones de Sustentabilidad

Todas las áreas:

- ✓ Se evaluará el estado de las acciones que requieran "Revisión de Sustentabilidad" y haya sido definido en Enablon por H&S o personal corporativo/regional.

12- Capacitaciones

Todas las áreas:

- ✓ Será evaluado el cumplimiento del plan anual de capacitaciones y la participación de Líderes, en las sesiones impartidas por el área de Formación Técnica.

13- Autoevaluaciones de Fatiga

Todas las áreas:

- ✓ El personal debe realizar la autoevaluación de fatiga, según CN-HSS-PRO-087_Evaluación de fatiga.
- ✓ Las evaluaciones deben ser ingresadas en los tótems dispuestos en Cerro Negro, destinados a tal fin.
- ✓ Si el empleado decide realizar la autoevaluación en físico (papel), el Supervisor debe ingresar los datos en Power BI.

14- Objetivos mensuales H&S

Todas las áreas:

- ✓ Mensualmente, las áreas deben publicar en la App de H&S, las actas de difusión de objetivos H&S correspondientes al mes.

15- Inspecciones

Todas las áreas:

- ✓ Para este punto será considerada la realización de inspecciones, el cumplimiento de las acciones correctivas en tiempo y forma; y su registro en la Aplicación de Seguridad.

16- Auditorías Pre-inicio:

Todas las áreas:

- ✓ Los Líderes de las áreas deben realizar auditorías de reuniones de Pre- inicio. El target de Auditorías PSM, será establecido conforme a la estructura de cada área. Solo se considerarán las Auditorías realizadas por Líderes Newmont.

17-VCC's:

- ✓ Se evalúa el cumplimiento del target asignado a Supervisores y Líderes (empleados y contratistas).
- ✓ El desempeño del Gerente impacta en todas las áreas que conforman a la Gerencia.
- ✓ El desempeño del Superintendente impacta en el área que éste lidere.

18- **Coaching de Líderes:** Se evalúa el cumplimiento del target asignado a Líderes (empleados y contratistas).

Solo áreas STIP:

- ✓ El desempeño del Gerente impacta en todas las áreas que conforman a la Gerencia.
- ✓ El desempeño del Superintendente impacta en el área que éste lidere.

19- Coaching a Supervisores Enrollados:

Solo áreas STIP:

- ✓ Se evalúa que los Supervisores Enrollados reciban Coaching por parte de Líderes.

25.2 Puntuación

De acuerdo con la evaluación de cada ítem, se asignará un puntaje. Las siguientes tablas detallan el puntaje de cada criterio, según clasificación de áreas.

IDHS - STIP					
Incidentes	18%	SPE's	No tuvo SPE's	6%	
			Tuvo SPE's	0%	
			Lesiones	No tuvo incidentes (TM, TMRT o ICDP)	6%
				Tuvo TM, TMRT o ICDP	0%
		Investigaciones	Todos los eventos fueron investigados dentro del plazo establecido o sin investigaciones pendientes por no tener eventos (SPE, TM, TMRT o ICDP)	6%	
			Existen investigaciones pendientes, pero se encuentran dentro del plazo permitido (SPE, TM, TMRT o ICDP)	2%	
Evaluación de Riesgos	6%	IPERC	La matriz se encuentra elaborada bajo formato IPERC, fue exhibida y difundida	6%	
			La matriz se encuentra elaborada bajo formato IPERC, pero falta ser exhibida y/o difundida	2%	
			La matriz está realizada, pero el formato no está vigente	1%	
			El área no tiene matriz elaborada	0%	
Acciones	37%	Eventos	No registra acciones pendientes (eventos) o las acciones están vigentes y mantienen la fecha de vencimiento original	5%	
			Registra al menos una acción con prórroga (eventos)	2%	
			Registra acciones pendientes vencidas (eventos)	0%	
		Intervenciones ERM	No registra acciones pendientes (intervenciones ERM) o las acciones están vigentes y mantienen la fecha de vencimiento original	5%	
			Registra al menos una acción con prórroga (intervenciones ERM)	2%	
			Registra acciones pendientes vencidas (intervenciones ERM)	0%	
		VCC's	No registra acciones pendientes (VCC's) o las acciones están vigentes y mantienen la fecha de vencimiento original	5%	
			Registra al menos una acción con prórroga (VCC's)	2%	
			Registra acciones pendientes vencidas (VCC's)	0%	
		SPE's Review	No registra acciones pendientes (SPE's Review) o las acciones están vigentes y mantienen la fecha de vencimiento original	5%	
			Registra al menos una acción con prórroga (SPE's Review)	2%	
			Registra acciones pendientes vencidas (SPE's Review)	0%	
		Higiene	No registra acciones pendientes (Higiene) o las acciones están vigentes y mantienen la fecha de vencimiento original	5%	
			Registra al menos una acción con prórroga (Higiene)	2%	
			Registra acciones pendientes vencidas (Higiene)	0%	
		Revisiones de Efectividad	No registra Revisiones de Efectividad pendientes o las acciones están vigentes y mantienen la fecha de vencimiento original	6%	
			Registra al menos una acción con prórroga (Revisiones de Efectividad)	2%	
			Registra acciones pendientes vencidas (Revisiones de Efectividad)	0%	
		Revisiones Sustentabilidad	No registra Revisiones de Sustentabilidad pendientes o las acciones están vigentes y mantienen la fecha de vencimiento original	6%	
			Registra al menos una acción con prórroga (Revisiones de Sustentabilidad)	2%	
Registra acciones pendientes vencidas (Revisiones de Sustentabilidad)	0%				
Capacitaciones	4%	Plan anual y participación de Líderes	La asistencia del personal a la capacitación del mes, supera el 90% y los Líderes participaron en las capacitaciones	4%	
			Entre el 50% y 90% del personal asistió a la capacitación del mes (con asistencia de Líderes)	2%	
			Menos del 50% del personal asistió a la capacitación del mes o los Líderes no participaron	0%	
			No aplica capacitación	4%	
Fatiga y Bienestar	12%	Autoevaluaciones de Fatiga	Las autoevaluaciones de los Supervisores fueron realizadas y los formularios de Operadores fueron cargadas en la App (100% de personal que haya permanecido más de 8 días en sitio)	6%	

			Las autoevaluaciones de los Supervisores no fueron realizadas y/o los formularios de Operadores no fueron cargadas en la App (falta personal por realizar evaluación)	0%
		Difusión de objetivos (incluye Bienestar)	Los objetivos del mes fueron difundidos al personal y las actas se encuentran publicadas en la App (Turno A y Turno B)	6%
			Se difundió (o se cargó el acta) de un solo turno	2%
			No se difundieron los objetivos del mes al personal y/o las actas no se encuentran publicadas en la App	0%
Controles Operacionales	6%	Inspecciones	El área realizó Inspección (en sector propio). Se encuentra publicada en la App y no presenta acciones vencidas (propias)	6%
			El área realizó Inspección (en sector propio). Se encuentra publicada en la App pero presenta acciones vencidas (propias)	1%
			El área realizó Inspección (en sector propio). Se encuentra publicada en la App pero presenta acciones vencidas propias (más de 6 meses)	0%
			El área no realizó Inspección o no fue publicada en la App	0%
FRM	17%	Pre-inicio	Cumple con el target de Auditoría PSM de Líderes, según estructura del área	5%
			El área no cumple con el target de Auditoría PSM de Líderes, según estructura del área	0%
			No aplica evaluación de ítem	5%
		VCC's	El 100% de los Líderes y Supervisores cumple con el target de VCC's	3%
			Falta personal por cumplir con el target de VCC's	0%
			No aplica cuota de VCC's	3%
		Coaching de Líderes	El 100% de los Líderes cumple con el target de Coaching	3%
			Falta personal por cumplir con el target de Coaching	0%
			No aplica cuota de Coaching	3%
		Coaching a Supervisores	El 35% de los Supervisores Enrollados recibió Coaching	6%
Menos del 35% de Supervisores Enrollados recibió Coaching	0%			
No aplica Coaching a Supervisores (sin supervisores Enrollados)	6%			

Imagen 46 STIP por criterio

En base a los resultados consolidados del Indicador de Desempeño en Higiene y Seguridad (IDHS), la operación Cerro Negro elabora mensualmente un ranking comparativo de desempeño por área, conocido como “Podio de H&S”, conforme al formato corporativo CN-HSS-FOR-047.

El objetivo de esta herramienta es reconocer las buenas prácticas preventivas, fomentar la competencia positiva entre sectores y fortalecer la cultura de liderazgo visible dentro del sistema de gestión.

El podio se construye a partir de los puntajes ponderados obtenidos por cada área en los diferentes ejes del IDHS —incidentes, cumplimiento de acciones, capacitaciones, controles críticos, bienestar y gestión de fatiga—, otorgando una calificación final expresada en porcentaje.

Las tres áreas con mejor desempeño son distinguidas como Primer, Segundo y Tercer Puesto, de acuerdo con su cumplimiento global de objetivos mensuales de seguridad.

26. Rol de Emergencia

La gestión de la fatiga laboral en minería no puede desligarse de los protocolos de respuesta a emergencias, dado que un evento de fatiga no gestionado adecuadamente puede derivar en incidentes de alto potencial, incluyendo colisiones vehiculares, vuelcos, atropellos, derrames de mineral o afectaciones ambientales. Por ello, el presente proyecto incorpora un rol técnico de respuesta a emergencias específico para situaciones vinculadas a eventos de fatiga en operaciones de acarreo.

26.1 Principio de Rectores

- ✚ Prioridad en la vida humana: la preservación de la integridad del trabajador y terceros es el eje central de toda respuesta.
- ✚ Contención inmediata: los incidentes asociados a fatiga deben ser detectados, contenidos y reportados de manera inmediata.
- ✚ Coordinación interdisciplinaria: Seguridad e Higiene, Operaciones, Mantenimiento y Salud Ocupacional actúan de manera integrada.
- ✚ Comunicación efectiva: toda respuesta debe articularse con el Centro de Control y el Comité de Gestión de Fatiga.

26.2 Roles y Responsabilidades

a) Operador del camión

- Detener la unidad en un área segura ante signos de fatiga o alerta DSS.
- Informar de inmediato al supervisor vía radio VHF.
- Activar frenos de estacionamiento, señalizar y esperar asistencia.
- Completar reporte inicial de fatiga al retomar condiciones seguras.

b) Supervisor de Transporte

- Confirmar vía GPS y comunicación radial la ubicación del vehículo detenido.
- Realizar evaluación inicial del estado del operador (alerta, fatiga, coherencia verbal).
- Coordinar traslado seguro del vehículo si el operador no está apto.
- Notificar al Centro de Control y escalar el evento según protocolos CN-HSS-PLN-008.

c) Centro de Control / Seguridad

- Registrar el evento en el sistema corporativo

- Activar equipo de primera respuesta si se identifica riesgo mayor (colisión, vuelco, fuga de fluidos).
- Coordinar comunicación con Salud Ocupacional y Mantenimiento.

d) Área de Salud Ocupacional

- Evaluar clínicamente al trabajador derivado por evento de fatiga.
- Determinar aptitud médica inmediata (apto / no apto para continuar la jornada).
- Registrar hallazgos en historia clínica laboral.
- Definir si corresponde derivación externa o reposo obligatorio.

e) Área de Mantenimiento de Flota

- Asegurar la inmovilización y recuperación del vehículo si queda varado.
- Verificar integridad de los sistemas DSS y eléctricos tras el evento.
- Emitir reporte técnico de disponibilidad.

f) Comité de Gestión de Fatiga

- Analizar el evento en reunión semanal/mensual.
- Definir acciones correctivas y preventivas (rotación, pausas adicionales, recalibración de DSS).
- Incorporar hallazgos al sistema de mejora continua.

26.3 Escalamiento de Eventos

Se definen tres niveles de respuesta:

- **Nivel 1 (leve):** alerta DSS confirmada, operador con signos leves → pausa activa obligatoria, reposo supervisado.
- **Nivel 2 (moderado):** reincidencia en alertas DSS, operador con fatiga evidente → retiro de la operación, evaluación médica.
- **Nivel 3 (grave):** incidente con potencial crítico (vuelco, colisión, derrame) → activación inmediata de plan de emergencias CN-HSS-PLN-008 y derivación a brigadas de rescate.

ROL DE EMERGENCIAS

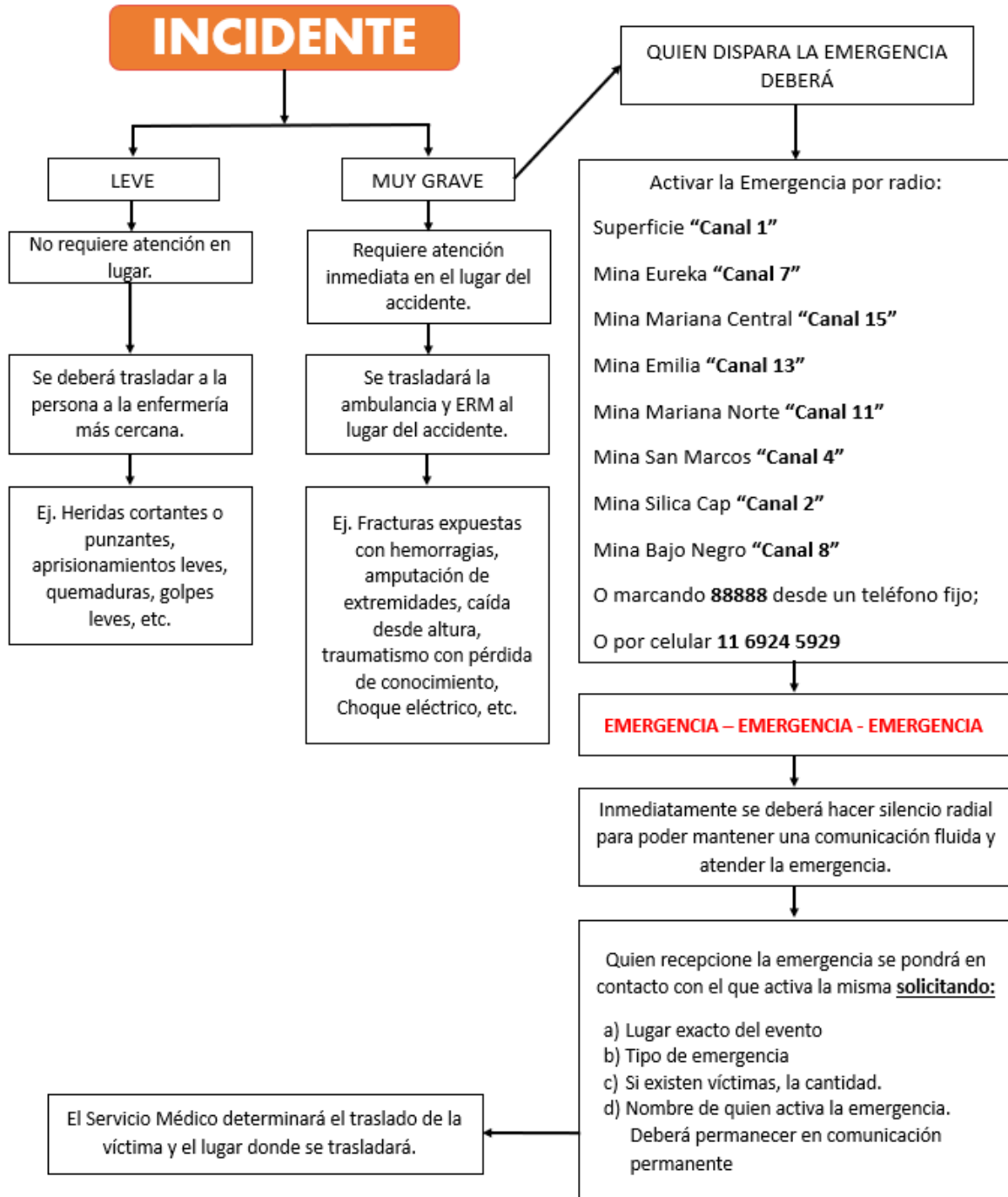


Imagen 48 Rol de Emergencias

26.4 Matriz RACI de Respuesta de Emergencia vinculadas a la Fatiga

La incorporación de una matriz RACI (Responsable, Aprueba, Consulta, Informa) en el plan de respuesta a emergencias vinculadas a la fatiga resulta fundamental para garantizar la claridad en la asignación de responsabilidades. En situaciones críticas, la ambigüedad sobre “quién hace qué” puede retrasar la reacción y aumentar la gravedad del evento. La matriz permite establecer de manera explícita quién es el responsable directo de ejecutar la acción (R), quién tiene la autoridad de aprobación (A), quién debe ser consultado como soporte técnico (C) y quién debe ser informado (I).

Este esquema facilita la coordinación interdisciplinaria entre Operaciones, Seguridad e Higiene, Salud Ocupacional y Mantenimiento, reduciendo fallas de comunicación y asegurando una respuesta rápida, eficiente y documentada. Además, fortalece la trazabilidad y la mejora continua, alineándose con los principios de la ISO 45001:2018 y las buenas prácticas internacionales de gestión de emergencias en minería.

Rol / Actividad	Operador CAT 740	Supervisor Transporte	Centro de Control	Salud Ocupacional	Mantenimiento	Comité de Gestión de Fatiga
Detener vehículo en zona segura	R	A	I	-	-	-
Notificación inmediata del evento (radio/GPS)	R	A	I	-	-	-
Evaluación inicial del estado del operador	I	R	A	C	-	-
Coordinación de traslado seguro del vehículo	-	R	A	-	C	-
Registro del evento en sistema corporativo (Enablon)	-	I	R	-	-	A
Activación de equipo de primera respuesta	-	A	R	-	C	-
Evaluación médica del trabajador	-	I	C	R	-	-
Determinación de aptitud operativa inmediata	C	I	-	R	-	A
Verificación técnica de DSS y vehículo	I	A	-	-	R	C

Definición de acciones correctivas/preventivas	-	I	-	-	C	R/A
------------------------------------------------	---	---	---	---	---	-----

Tabla 28 Matriz RACI

27 Conclusiones Finales

El presente Proyecto Final Integrador permitió abordar de manera integral la problemática de la fatiga laboral en el sector minero, focalizando su estudio en las operaciones de acarreo con camiones CAT 740 en el yacimiento Cerro Negro (Newmont, Santa Cruz). El trabajo desarrolló una propuesta innovadora basada en la integración tecnológica y organizacional dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), logrando resultados significativos tanto en el plano técnico como preventivo.

Conclusiones principales

1. La fatiga laboral constituye un riesgo sustancial y emergente dentro de la industria minera, con efectos directos sobre la seguridad operativa, la salud de los trabajadores y la productividad.
2. La combinación de tecnologías DSS y dispositivos Garmin Fénix 7X Pro demostró ser un modelo eficaz y complementario para la detección y monitoreo en tiempo real de la fatiga, permitiendo identificar signos tempranos de agotamiento físico y cognitivo.
3. El uso de herramientas como la Matriz de Riesgos 5x5 de Newmont, las tablas de probabilidad y severidad, y las técnicas de investigación causal (5 Porqués y Factores Esenciales) permitió cuantificar el riesgo de forma objetiva y establecer prioridades de intervención preventiva.
4. El desarrollo de la Metodología de Control Operativa, junto con la aplicación del Permiso de Trabajo, chequeos preoperacionales, control de EPP y charlas preinicio, consolidó una barrera administrativa y conductual robusta frente al riesgo de fatiga.
5. El Plan de Capacitación y el Sistema de Medición de Desempeño (IDHS) integraron la gestión de fatiga dentro de los indicadores corporativos de H&S, fortaleciendo el liderazgo visible y la cultura de autocuidado.
6. El modelo propuesto promueve una gestión proactiva y predictiva, alineada con los principios de la ISO 45001:2018, el ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar) y los estándares RMS de Newmont, favoreciendo la mejora continua.

28. Consideraciones Normativas y Organizativas

- Alineación con Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Cumplimiento de Decreto Reglamentario 351/79 (Anexo V - Ergonomía y Fatiga).
- Aplicación de Resolución SRT 295/2003 (Riesgos Disergonómicos).
- Ley (Decreto Ley) 19.587/1972 de Higiene y Seguridad en el Trabajo (B.O. 28/04/1972) Ley 24.557 sobre Riesgos del Trabajo. (B.O. 04/10/1995)
- Ley 26.773: Régimen de ordenamiento de la reparación de los daños derivados de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. (B.O. 26/10/2012)
- Ley 26.940: Promoción del Trabajo Registrado y Prevención del Fraude Laboral. (B.O. 02/06/2014) Ley 26.941: Sustitúyese el artículo 5° de Capítulo
- Ley 27.323: Modifícase el artículo 75 del Régimen de Contrato de Trabajo aprobado por la ley 20.744 (t.o. 1976) y sus modificatorias. (B.O. 15/12/2016)
- Decreto 351/1979: Reglamentación de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Derógase el Decreto 4160/73. (B.O. 22/5/1979)
- Decreto 708/1996: Establécese que podrán acceder al régimen de autoseguro los empleadores que califiquen en el segundo nivel de cumplimiento de la normativa de higiene y seguridad, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 8° del Decreto N° 170/96. (B.O. 05/08/1996)
- Decreto 1278/2000: Modifícase la Ley N° 24.557 y su modificatoria. (B.O. 03/01/2001). En materia de Prevención el art. 1° sustituye los apartados 2, 3, 4 y 5 del art. 4° de la Ley N° 24.557.
- Decreto 410/2001: Reglamentación de la LRT. Su art. 1° (reglamentario del art. 4° de la LRT y sus modificatorias) faculta a SRT para determinar criterios y parámetros de calificación de empresas o establecimientos considerados críticos. (B.O. 17/04/2001)
- Decreto 762/2014: Reglamentación de la Ley sobre Riesgos del Trabajo 24.557 y sus modificaciones, Empresas de Servicios Eventuales y Empresas Usuarias. (B.O. 30/05/2014) Decreto 1714/2014: Reglamentación de la Ley 26.940. Registro Público de Empleadores con Sanciones Laborales. Alícuotas del Régimen de Riesgos del

Trabajo, criterios y parámetros sobre alta siniestralidad. Funciones del Comité de Seguimiento. (B.O. 01/10/2014) Decreto 1475/2015: Determinación de las Contingencias e Incapacidades. Intervención de las Comisiones Médicas. Trámite y recursos. Modifícase el Decreto 717/96. (B.O. 31/07/2015)

- Decreto 1801/2015: Prorrógase desde el 1° de agosto de 2015 y por el término de 12 meses el plazo establecido en el artículo 30 de la Ley 26.940. (B.O. 08/09/2015) Decreto 616/2016 Reglaméntase la Ley 27.203 de la Actividad Actoral. Artículo 3: Encomiéndase a la Superintendencia de Servicios de Salud, SRT y a la Superintendencia de Seguros de la Nación, a establecer los lineamientos de cobertura previstos en los arts. 13 y 15 de la Ley 27.203. (B.O. 26/04/2016)
- Res. 759/2014 MTESS: Procedimiento del Decreto 762/2014 respecto de los trabajadores eventuales asignados a las Empresas Usuarias. Contratos de afiliación de las Empresas de Servicios Eventuales celebrados con anterioridad a la entrada en vigencia del Decreto 762/2014. Notificación a las Empresas Usuarias. (B.O. 31/07/2014)
- Res. 239/1996 SRT: Apruébanse los requisitos para las constancias de las visitas a los establecimientos que realicen las ARTs, de acuerdo al Decreto 170/96. (B.O. 08/01/1997)
- Res. 25/1997 SRT: Procedimiento para la comprobación y juzgamiento de los incumplimientos por parte de los empleadores a la LRT y normas de higiene y seguridad. (B.O. 11/04/1997)
- Res. 10/1997 SRT: Procedimiento para la comprobación y juzgamiento de los incumplimientos a la LRT por parte de las ARTs y empleadores autoasegurados. (B.O. 18/02/1997)
- Res. 47/1997 SRT: Defínense los conceptos de Gastos de Prevención a los efectos del cálculo de Índice de Gastos de Prevención (IP) art. 5° Res. SSN 25.174/97. (B.O. 14/07/1997)
- Res. 230/2003 SRT: Obligación de los empleadores asegurados y de los empleadores autoasegurados de denunciar todos los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a su ART y a la SRT. Obligación de investigar los accidentes mortales, enfermedades profesionales y los accidentes graves. Derógase la Res. 23/97 SRT (B.O. 20/05/2003)

- Res. 463/2009 SRT: Apruébase la Solicitud de Afiliación y el Contrato Tipo de Afiliación. Créase el Registro de Cumplimiento de Normas de Salud y Seguridad en el Trabajo. (B.O. 15/05/2009)
- Res. 529/2009 SRT: Modifícase la Res. SRT 463/2009 relacionada a la creación del Registro de Cumplimiento de Normas de Salud, Higiene y Seguridad en el Trabajo. (B.O. 27/05/2009)
- Res. 741/2010 SRT: Información que deberán remitir las ART a la SRT sobre los contratos de afiliación y los relevamientos generales de riesgos laborales. Procedimiento. Estructura de datos. (B.O. 27/05/2010)
- Res. 1068/2010 SRT: Apruébase el Programa de Regularización de las Condiciones de Salud y Seguridad en el Trabajo en Organismos Públicos. (B.O. 28/7/2010)
- Res. 1810/15 SRT: Requisitos para la solicitud de autorización para funcionar como ART o ART-MUTUAL ante la SRT. Deróganse las Res. SRT 2/96 y 66/96. (B.O. 31/07/2015)
- Res. 886/15 SRT: Protocolo de Ergonomía. (B.O. 24/04/2015)