Serie Proyectos de Investigación e Innovación

Superintendencia de Seguridad Social — Santiago, Chile

INFORME FINAL

Evaluación de la efectividad de los entrenamientos experienciales en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales en el "Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC)"

Código proyecto: 105601

Autores(as):

Santiago Mansilla Pérez (Encargado principal)

Rodrigo van Bebber Ríos (Encargado alterno)

Año publicación: **2026**

"Este trabajo fue seleccionado en la Convocatoria de Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales (2024) de la Superintendencia de Seguridad Social (Chile), y fue financiado por Mutual de Seguridad de la Cámara Chilena de la Construcción con recursos del Seguro Social de la Ley N°16.744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales."

Tabla de contenidos

Resumen 4

1. Antecedentes e introducción 5

1.1. Planteamiento del problema, justificación y pregunta de investigación 5

1.2. Objetivo general y objetivos específicos 6

1.3. Marco conceptual 7

2. Materiales y métodos 13

2.1. Diseño general 13

2.2. Análisis curricular y comparación internacional 14

2.3. Análisis cuantitativo de accidentabilidad 15

2.4. Encuesta a participantes 16

2.5. Componente cualitativo 16

2.5.1. Procedimiento de análisis cualitativo 17

2.6. Integración de resultados 18

2.7. Consideraciones éticas y resguardo de datos 18

3. Resultados 19

3.1. Análisis de las características, atributos y contenidos de cada curso impartido 19

3.1.1. Recopilación de antecedentes de cursos impartidos y verificación de terreno 19

3.1.2 Análisis curricular de los programas de los cursos considerando la formación de competencias en adultos realizados en CERC 20

3.1.3. Lineamientos derivados del análisis curricular 24

3.1.4. Comparación con otras experiencias de entrenamiento 24

3.1.5. Resultados de la visita técnica internacional 28

3.2. Análisis cuantitativo de efectividad de las actividades de entrenamiento para la reducción de accidentes del trabajo más graves 29

3.2.1. Recopilación de datos 29

3.2.2. Etiquetado de accidente: tránsito, caídas de altura y contacto eléctrico 33

3.2.3. Procesamiento y normalización de la masa de trabajadores (denominadores) 49

3.2.4. Procesamiento y normalización de la base de capacitaciones 52

3.2.5. Análisis de Siniestralidad por Riesgo Crítico 55

3.2.6. Conclusiones sobre análisis de efectividad 69

3.3. Resultados de la encuesta sobre percepción y conocimientos adquiridos 70

3.3.1. Características del instrumento y de la muestra 70

3.3.2. Proceso de aplicación 71

3.3.3. Tratamiento estadístico 74

3.3.4. Resultados de la encuesta 74

3.3.5. Conclusiones de la encuesta ... 80
3.4. Resultados del componente cualitativo ... 81
3.4.1 Análisis de entrevistas realizadas a capacitadores del CERC ... 82
3.4.2 Análisis de entrevistas realizadas a trabajadores capacitados en CERC ... 96
3.4.3 Saturación de la información ... 111
3.4.4 Convergencias y divergencias: diálogo entre perspectivas de capacitadores y trabajadores ... 115
4. Discusión ... 118
4.1. Integración y convergencias entre los componentes ... 118
4.1.1. El dispositivo produce conciencia del riesgo y competencia percibida ... 118
4.1.2. La efectividad sobre accidentabilidad es observable, pero no atribuible con certeza ... 119
4.1.3. El eslabón crítico es la transferencia al lugar de trabajo ... 120
4.1.4. La fidelidad del escenario es la principal brecha de diseño señalada ... 121
4.1.5. La verificación objetiva del aprendizaje permanece pendiente ... 121
4.1.6. El efecto organizacional sobre el equipamiento es relevante y no se mide sistemáticamente ... 121
4.1.7. Las condiciones materiales de la jornada afectan la experiencia formativa ... 122
4.1.8. El tiempo efectivo de práctica es una restricción transversal ... 122
4.2. Divergencias, limitaciones y advertencias de interpretación ... 122
4.2.1. La valoración máxima no equivale a efectividad ... 122
4.2.2. La representatividad de la encuesta es limitada ... 123
4.2.3. Interpretación del menor cambio en trabajadores experimentados ... 123
4.2.4. Un punto ciego asociado a la posición organizacional ... 123
4.2.5. El alcance observado está concentrado en empresas grandes ... 123
4.2.6. Alcance de la comparación internacional ... 124
4.3. Modelo explicativo integrado ... 124
4.4. Fortalezas y limitaciones del estudio ... 125
4.5. Líneas de investigación futuras ... 125
4.5.1. Sobre la efectividad y la transferencia del aprendizaje ... 126
4.5.2. Sobre el diseño del dispositivo formativo ... 127
4.5.3. Sobre el contexto organizacional ... 128
4.5.4. Sobre el sistema y la política de capacitación ... 129
4.5.5. Línea transversal prioritaria ... 130
5. Conclusiones ... 132
6. Recomendaciones ... 132
6.1. Recomendaciones derivadas de la encuesta ... 132
6.2. Recomendaciones operativas derivadas del análisis cualitativo ... 133
Bibliografía ... 138
Anexos ... 144

Anexo 1. Fichas curriculares detalladas de cada curso 144

Anexo 2. Perfil de Columnas del Dataset 154

Anexo 3. EDA del dataset derivado de accidentes del trabajo (2011–2024) 155

Anexo 4a. Formulario de encuesta 158

Anexo 4b Resultados descriptivos de las dimensiones conceptuales exploratorias de la encuesta 163

Anexo 5. Inferencia Poisson o Negative Binomial (NegBin): 163

Anexo 6. Ejemplos sobre promoción de cursos 167

Anexo 7. Centros de entrenamiento en el mundo 168

Anexo 8. Informe de visita técnica al Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos en Arequipa, Perú 182

Resumen

El presente estudio evaluó la efectividad, percepción y adopción de conocimientos asociados a los entrenamientos experienciales impartidos por el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC) de Mutual de Seguridad. La base general proporcionada para el estudio comprendió 56.427 registros de participación, en el período 2021 y 2025, correspondientes a 40.736 asistentes identificados y 3.429 empresas. Para los cursos de interés definidos en esta evaluación, el subconjunto analizado comprendió 25.349 registros de participación, correspondientes a 20.557 asistentes y 1.658 empresas. Para la evaluación se utilizó un diseño multimétodo que integró el análisis curricular de cursos, la revisión de experiencias nacionales e internacionales, el estudio cuantitativo de registros de accidentabilidad y capacitación, una encuesta a participantes y entrevistas semiestructuradas a trabajadores y capacitadores.

El análisis curricular de seis cursos mostró que sus contenidos son pertinentes para los riesgos críticos abordados y que existe una propuesta formativa teórico-práctica adecuada. Sin embargo, se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con la explicitación de aprendizajes esperados, requisitos de ingreso, competencias observables, mecanismos de evaluación y correspondencia entre la duración de los cursos y la extensión de sus contenidos. La revisión comparativa y la visita técnica realizada a HSEC, en Arequipa (Perú), confirmaron la importancia de la práctica supervisada, el realismo de los escenarios, la retroalimentación inmediata y una adecuada relación entre participantes, instructores y estaciones de trabajo.

El análisis cuantitativo examinó la evolución de accidentes asociados a tránsito, trabajo en altura y contacto eléctrico. Al comparar el período posterior a la intervención de capacitación con el período previo, se observó una reducción relevante de la accidentabilidad en trabajo en altura y una tendencia favorable en seguridad vehicular, mientras que no se identificaron cambios claros en accidentes eléctricos. No obstante, al comparar con empresas no intervenidas, las diferencias no permitieron atribuir con certeza los cambios observados exclusivamente a la capacitación. Entre las limitaciones se encuentran la concentración temporal de las intervenciones, la utilización de dotaciones empresariales totales como denominador aproximado, la ausencia de información individual sobre exposición y la posible selección de empresas con mayor riesgo previo.

La encuesta mostró una valoración ampliamente favorable del CERC, con altos niveles de percepción de aprendizaje, identificación de peligros, actuación segura y uso de elementos de protección personal. También se observó un aumento significativo entre el conocimiento previo recordado y el aprendizaje posterior percibido sobre las acciones ante el riesgo. Sin embargo, la baja tasa de respuesta limita la representatividad de estos resultados y obliga a interpretarlos como percepciones de las personas participantes, no como una medición objetiva del aprendizaje ni como evidencia causal de efectividad.

Las entrevistas aportaron evidencia de cambios concretos en prácticas de seguridad, como el uso correcto de sistemas de protección contra caídas, la medición de gases y la identificación de puntos de anclaje. A su vez, mostraron que la transferencia de lo aprendido depende de condiciones organizacionales, entre ellas la disponibilidad de equipamiento, el apoyo de las jefaturas, los sistemas de remuneración y la posibilidad real de detener una tarea insegura.

En síntesis, el CERC contribuye al desarrollo de conciencia del riesgo y competencia técnica percibida, y presenta indicios de contribución a la reducción de determinados accidentes. Su efectividad preventiva, sin embargo, no depende exclusivamente de la calidad del entrenamiento, sino también de la pertinencia del curso para cada participante, de las oportunidades de práctica y de las condiciones organizacionales que permiten aplicar lo aprendido. Se recomienda fortalecer la evaluación práctica de competencias, aumentar la fidelidad de los escenarios, establecer mecanismos de seguimiento y retroalimentación, involucrar a las jefaturas directas y mejorar los sistemas de información para futuras evaluaciones de impacto.

1. Antecedentes e introducción

El presente informe expone los resultados finales del estudio "Evaluación de la efectividad de los entrenamientos experienciales en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales en el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC)", adjudicado a GSE Salud Consultores Ltda. en el marco del Concurso de Proyectos de Investigación e Innovación 2024 coordinado por la Superintendencia de Seguridad Social. El estudio fue conducido por el ingeniero Santiago Mansilla Pérez.

1.1. Planteamiento del problema, justificación y pregunta de investigación

Planteamiento del problema

La seguridad y salud ocupacional son fundamentales en la creación de entornos laborales seguros y productivos. Los Centros de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC), impulsados por Mutual de Seguridad, desempeñan un papel crucial, capacitando a un promedio de 327 personas trabajadoras mensualmente en 2023.

Estos entrenamientos experienciales, que simulan situaciones laborales reales para enseñar habilidades prácticas y fomentar la cultura de seguridad, han sido destacados por su importancia (Yu, Wang & Wu, 2022). Se ha reconocido la importancia de combinar tecnologías innovadoras y enfoques participativos en la capacitación para la prevención de riesgos. En este ámbito, se han desarrollado protocolos de evaluación de métodos de entrenamiento basados en realidad virtual y factores humanos para examinar sus efectos sobre el aprendizaje y la seguridad laboral (Nykänen et al., 2020). No obstante lo anterior, aún queda por analizar y demostrar cómo estos métodos de capacitación y entrenamiento se traducen en reducciones concretas de accidentes laborales. Se requiere investigar la

efectividad de estas capacitaciones mediante métodos cuantitativos y cualitativos que den evidencias sólidas sobre el efecto en prevenir los riesgos en el trabajo. En ese sentido, se encontró una revisión sistemática con fuerte evidencia de la efectividad de la formación en SST respecto a los comportamientos de las personas trabajadoras, pero la evidencia fue insuficiente en relación con su efectividad en efectos sobre resultados de salud, como lesiones y enfermedades. (Robson, L. et al. 2015). Asimismo, un estudio sobre la efectividad de intervenciones orientadas a conocimientos, actitudes y creencias concluye que estas eran más eficaces cuando se impartían mediante aprendizaje e-learning, en comparación con modalidades tradicionales de capacitación presencial. En contrapartida, las intervenciones conductuales y de protección de la salud resultaban más eficaces cuando se proporcionaban mediante formación ergonómica o basada en el comportamiento, es decir, programas orientados a modificar prácticas laborales concretas mediante entrenamiento práctico, rediseño de tareas y refuerzo de conductas seguras en el lugar de trabajo (Ricci et al., 2016). Actualmente, el CERC ofrece 20 cursos teórico-prácticos dirigidos a riesgos críticos específicos, como trabajos en altura, riesgos eléctricos, seguridad vial, izaje y espacios confinados.

Justificación

Esta investigación propone llenar el vacío de evidencia sobre la efectividad que tienen las capacitaciones experienciales específicamente en el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC) en la disminución de accidentes laborales y sobre las mejores prácticas y modalidades en la realización de actividades para dotar de competencias preventivas a las personas trabajadoras que enfrentan riesgos con alto potencial de daño. Los resultados permitirán hacer recomendaciones para mejorar el estándar actual y difundir los hallazgos hacia otros centros de entrenamiento equivalentes en el país.

Pregunta de investigación: ¿Cómo influyen los entrenamientos experienciales ofrecidos en el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC) de Mutual de Seguridad en la reducción de accidentes laborales graves entre personas trabajadoras expuestas a riesgos críticos, y qué percepciones tienen y conocimientos adquieren para la prevención de estos accidentes?

1.2. Objetivo general y objetivos específicos

Objetivo general:

Evaluar el efecto, percepción y adopción de conocimientos adquiridos en cada curso de entrenamiento experiencial impartido en el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC) en la prevención de accidentes laborales graves.

Objetivos específicos

1. Identificar las características, atributos y contenidos de cada curso impartido.
2. Estimar el efecto que cada curso tiene en la prevención de accidentes, medido a través de una reducción en las tasas de accidentabilidad
3. Evaluar la adopción de conocimientos adquiridos de las personas trabajadoras que reciben capacitación experiencial.
4. Conocer la percepción y valoración de los usuarios respecto a la utilidad y relevancia de los contenidos de los cursos en la prevención de accidentes laborales específicos.
5. Realizar recomendaciones de optimización basadas en el análisis realizado**.**

1.3. Marco conceptual

Mediante una revisión panorámica de publicaciones científicas y literatura gris de fuentes oficiales que reportan datos, se presentan antecedentes sobre el estado de discusión científica del problema que se pretende abordar (ver apartado de bibliografía).

Alcance de Riesgos Críticos en Seguridad y Salud en el Trabajo

En la publicación de la Organización Internacional de Trabajo (OIT) de Alli, (2008, p. vii), la Salud y Seguridad en el Trabajo (SST) se define como "la ciencia de la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control de los peligros que surgen en el lugar de trabajo o que provienen de él y que podrían perjudicar la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo en cuenta el posible impacto en las comunidades circundantes y el medio ambiente en general". En esta definición que adopta la OIT, el foco conceptual de la acción en SST es evitar la ocurrencia de accidentes debido al trabajo por tanto las herramientas deben estar orientadas a la prevención más que a la curación del daño.

Por otra parte, la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales de España, define riesgo laboral como "la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo".

Estos conceptos resultan claves a la hora de realizar acciones para evitar que las personas sufran daños en sus actividades laborales puesto que la actuación preventiva se realiza sobre el riesgo disminuyendo al máximo la probabilidad de ocurrencia o incluso, si el peligro se llegara a manifestar, reduciendo el daño.

En este estudio utilizaremos el término riesgos críticos en el trabajo para todas aquellas exposiciones a condiciones que pudiesen ocasionar un accidente de carácter grave o fatal en las personas trabajadoras. Se mencionan más frecuentemente, los siguientes: trabajos en

altura, exposición a energía eléctrica, trabajos en espacios confinados, trabajo con vehículos, máquinas industriales, exposición a sustancias radiactivas, exposición a químicos peligrosos, agentes biológicos infecciosos, trabajos de izaje y cargas suspendidas, trabajos hiperbáricos, liberación de energía por alta presión de agua o aire (Edith Cowan University, 2023; Badoozadeh & Babaei-Pouya, 2023).

Accidentes graves y fatales en cifras.

La evidencia sobre riesgos críticos puede encontrarse en las estadísticas de las lesiones por accidentes del trabajo. La Superintendencia de Seguridad establece que se considerarán accidentes graves aquellos que:

a. Provoquen en forma inmediata (en el lugar del accidente) la amputación o pérdida de cualquier parte del cuerpo.
b. Obliguen a realizar maniobras de reanimación
c. Obliguen a realizar maniobras de rescate
d. Ocurran por caída de altura de más de 1.8 metros
e. Ocurran en condiciones hiperbáricas
f. Involucren un número tal de trabajadores que afecten el desarrollo normal de las faenas

Y define el accidente del trabajo fatal como "aquel accidente que provoca la muerte del trabajador en forma inmediata o como consecuencia directa del accidente".

Para el año 2023, los tres tipos de accidentes graves más frecuentes fueron los siguientes:

Tabla 1. Accidentes graves más frecuentes año 2023.

Tipo de accidente grave	**Nº**	**%**
Amputación traumática	739	48
Caídas de altura de más de 1,8 m.	431	28
Maniobras de rescate	270	18

Fuente: informe anual de Seguridad y Salud en el Trabajo 2023, SUSESO.

Estos suman un 93% del total de accidentes calificados como graves.

Además, SUSESO informa que ese mismo año fallecieron 184 personas por accidentes de trabajo y 129 por accidentes de trayecto.

En Chile se han realizado algunos estudios sobre causas de accidente del trabajo. En una muestra de 300 casos de accidentes graves y fatales investigados por fiscalizadores de la Dirección del Trabajo y de las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud ocurridos entre 2019 y 2021 se encontró que las causas más frecuentes de estos tipos de accidentes eran Caídas de altura (32,7%), Atrapamiento (28,3%), Golpes y Cortes (17,7%), Accidentes con vehículos (5,3%) y Contacto eléctrico (3,0 %). Estos cinco tipos de accidentes suman un 87% del total de la muestra. (GSE Salud Consultores Ltda., 2023).

En otro estudio se analizaron 224 Accidentes Fatales y 1256 Graves ocurridos en el quinquenio 2018-2022 en empresas adheridas al Instituto de Seguridad Laboral de Chile. Se encontró que los principales accidentes laborales fatales ocurrieron por Accidentes con vehículos (48%), Caídas de altura (10%), Golpes y Cortes (6%) y caídas de objetos (6%), mientras que, para accidentes graves sin resultado de muerte, las formas más frecuentes fueron Caídas de altura (33%), Golpes y Cortes (18%), Atrapamientos (17%). (Mansilla S. et al., 2023).

Las cifras nacionales muestran que las formas en que ocurren los accidentes más graves son similares a los reportados en la literatura internacional y que la exposición a caídas de altura, accidentes con vehículos, trabajo con máquinas industriales que provocan amputaciones, cortes y atrapamientos, trabajos con cargas suspendidas; son sin dudas riesgos críticos por su alta frecuencia y gravedad.

Por otra parte, es necesario considerar también como riesgos críticos los trabajos con energía eléctrica, espacios confinados, trabajos en hiperbaría, exposición a sustancia peligrosas y trabajos con alta energía que, aunque son menos frecuentes, representan una alta peligrosidad debido a la letalidad asociada.

Herramientas para el control de riesgos críticos

En la legislación chilena se establece la responsabilidad del empleador para adoptar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de trabajadoras y trabajadores. (Decreto con Fuerza de Ley N.º 1, de 2002, artículo 184 del Código del Trabajo)

La norma internacional sobre sistemas de gestión en Salud y Seguridad en el Trabajo (International Organization for Standardization [ISO], 2018)) propone un conjunto de medidas de control para reducir los riesgos jerarquizadas de la siguiente forma:

a. eliminar el peligro;
b. sustituir con procesos, operaciones, materiales o equipos menos peligrosos;
c. utilizar controles de ingeniería y reorganización del trabajo;
d. utilizar controles administrativos, incluyendo la formación;
e. utilizar equipos de protección personal adecuados

Evidentemente las mejores opciones serían eliminar el peligro o sustituir por proceso o equipos menos peligrosos. Sin embargo, a veces esto no es técnicamente posible con tecnología actual y se debe recurrir a las demás propuestas de control entre las que se mencionan los controles administrativos que incluyen la formación y entrenamiento de los trabajadores en materias de prevención de riesgos laborales.

En la jerarquía de controles en seguridad y salud en el trabajo, la capacitación corresponde a un **control administrativo**, de menor jerarquía que la eliminación del peligro, la sustitución o los controles de ingeniería. Por ello, el entrenamiento impartido en el CERC debe

entenderse como una medida **complementaria**, cuya efectividad depende de su implementación conjunta con controles de mayor jerarquía.

Cultura de seguridad en las organizaciones

Por largo tiempo se ha puesto el foco y los recursos en prevenir los accidentes menores pensando en que se reducirían accidentes graves y fatales. Sin embargo, los resultados han sido heterogéneos, observándose en algunos sectores reducciones moderadas en la tasa de mortalidad, mientras que en otros los indicadores se han mantenido estables o incluso han aumentado. En Chile la tasa de mortalidad por accidente del trabajo (muertes por cada 100.000 trabajadores protegidos) en Transporte y comunicaciones el año 2019 era 11,4 y el 2023 fue 10,1. En minería pasó de 5,1 el 2019 a 7,5 el 2023 y agricultura y pesca de 7,9 el 2019 a 6,5 el año 2023. (SUSESO, 2024).

De acuerdo con la experiencia del Instituto para una Cultura de Seguridad (Francia), la reducción de la tasa de frecuencia de los accidentes de trabajo no garantiza la prevención de los accidentes más graves. Una mejor interpretación de la pirámide de Bird muestra la necesidad de concentrarse en los eventos graves que realmente ocurrieron y en los eventos con un alto potencial de gravedad. La anticipación a las situaciones que tienen un alto potencial de gravedad resulta clave para la reducción de los accidentes graves o mortales. Aunque es necesario, no basta con reducir solo las tasas de accidentes leves. En Francia, entre 2003 y 2016, hubo una disminución del 50% en los accidentes del sector metalúrgico y del 20% en el sector de la construcción y obra pública, mientras que el número de accidentes mortales no disminuyó en ninguno de los dos sectores. (ICSI, 2019).

En las empresas más exitosas en términos de SST, se ha implementado una cultura de seguridad a nivel organizacional, lo que implica el involucramiento de toda la organización en la seguridad industrial. En este sentido algunos estudios muestran que el apoyo organizacional percibido de los profesionales de seguridad estaba relacionado positivamente con el clima de seguridad en la organización a lo largo del tiempo (Bunner, Prem, & Korunka, 2021).

Efectividad de la transferencia de conocimientos y prácticas de capacitación en la reducción de riesgos críticos del trabajo.

La transferencia de conocimientos, los aprendizajes y la adopción de prácticas y conductas es un proceso complejo, cuyos métodos evolucionan en el tiempo en paralelo con la innovación tecnológica y el aprendizaje está ligado a métodos muy variados (transferencias verbales, visuales, imitación, lectura, observación, audición, uso de los sentidos, modelamiento tecnológico, entre otros). El entorno ambiental y social donde se realiza el aprendizaje es sin duda también muy influyente. En este sentido el lugar de trabajo ha sido reconocido como un sitio importante para el aprendizaje y el desarrollo personal y colectivo (Manuti et al., 2015; Tynjälä, 2008).

El aprendizaje a través de las vivencias y experiencias muestra mejoramientos en la seguridad en el trabajo. Por ejemplo, al interior de las organizaciones el aprender de los incidentes que pudieron haber causado daño tiene beneficios que se evidencian. Un estudio realizado en empresas de construcción en China aplicó un cuestionario para investigar las interrelaciones entre el aprendizaje a partir de incidentes y la gestión de seguridad, los resultados mostraron que el aprendizaje a través de incidentes afecta directamente las medidas reactivas del desempeño de seguridad, es decir, la frecuencia de ocurrencia de accidentes, cuasi accidentes y eventos similares en los sitios de trabajo de construcción. (Zhang et al., 2023).

¿Qué entenderemos por aprendizaje experiencial?

El aprendizaje experiencial, conceptualizado por Kolb (1984), se basa en la adquisición de conocimientos, desarrollo de actitudes y comportamientos individuales a través de la experimentación de situaciones y casos reales (o simuladores virtuales); y la reflexión colectiva, fomenta la participación activa de los trabajadores. Respecto a seguridad en el trabajo, permite que se desarrollen habilidades, se adquieran competencias necesarias para identificar los peligros y reduzcan los riesgos laborales, promoviendo un entorno de trabajo más seguro y saludable.

El desarrollo de competencias no supone necesariamente sustituir por completo la enseñanza tradicional por actividades prácticas. La evidencia indica que ambas modalidades pueden cumplir funciones complementarias: los contenidos conceptuales contribuyen a comprender y reflexionar sobre las conductas esperadas, mientras que la experimentación individual y social permite practicarlas, observar sus consecuencias y desarrollar repertorios de actuación. En particular, la formación de competencias conductuales requiere la participación activa de quienes aprenden y el uso de metodologías que integren experiencia, interacción y reflexión (Bonesso et al., 2015, 2020).

Existen diferentes tipos de aprendizaje experiencial para promover la SST, uno de ellos es el aprendizaje mediante la observación directa de situaciones laborales reales, donde los trabajadores pueden aprender de los errores o buenas prácticas de otros, por ejemplo, mediante situaciones que ocurrieron en el pasado.

Atención especial merece el aprendizaje de trabajadores jóvenes. En el estudio realizado por Grytnes (2021) sobre aprendizaje en seguridad de grupos de jóvenes de tres sectores (metalúrgico, cuidado de ancianos y comercio minorista) entre otras consideraciones concluyen que “los esfuerzos para mejorar la seguridad de los trabajadores jóvenes deben tener en cuenta que los nuevos empleados aprenden seguridad participando en las prácticas ya existentes en el lugar de trabajo, y los trabajos en que participan deben reflejar el apoyo que reciban. Sin una formación a través del debate y la discusión de los cánones y la aplicación de prácticas correctas, es difícil lograr una mayor reducción de los riesgos y, por lo tanto, de las lesiones en el trabajo” (Grytnes et al, 2021, p. 9.).

Efectividad de intervenciones para reducir riesgos de accidentes laborales mayores

Se buscaron revisiones sistemáticas y publicaciones científicas orientadas a establecer el estado del arte respecto de las intervenciones más efectivas para reducir los accidentes del trabajo. La búsqueda se realizó en bases de datos académicas como Scopus, Web of Science y Google Scholar, utilizando términos relacionados con seguridad laboral y prevención de accidentes, tales como *occupational safety training*, *safety interventions* y *workplace accident prevention*. Se priorizaron revisiones sistemáticas y estudios publicados en revistas científicas revisadas por pares.

Una revisión sistemática amplia de intervenciones de seguridad y salud en el trabajo examinó medidas regulatorias, actividades de fiscalización, capacitación, campañas preventivas e incorporación de dispositivos técnicos. Sus resultados mostraron evidencia moderadamente sólida de que la legislación y la inspección pueden contribuir a reducir las lesiones laborales y mejorar el cumplimiento de las normas de seguridad. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de comprender la capacitación como parte de una estrategia preventiva más amplia, articulada con medidas organizacionales, regulatorias y técnicas, y no como una intervención aislada (Andersen et al., 2019).

En esta misma línea, un estudio realizado en 2.795 trabajadores de la construcción ferroviaria evaluó el efecto de un programa de capacitación sobre la incidencia de lesiones laborales. El análisis antes-después mostró reducciones de 16 % después de la formación básica y de 25 % después de los módulos específicos. Sin embargo, al utilizar una serie temporal interrumpida que consideró la tendencia previa, la reducción estimada fue de 6 % y no alcanzó significación estadística. Los autores concluyeron que el programa tuvo un efecto moderadamente positivo, aunque señalaron la necesidad de diseños más robustos para establecer su efectividad sobre la accidentabilidad (Bena et al., 2009).

La evidencia disponible indica además que las intervenciones de seguridad ocupacional dirigidas al nivel grupal u organizacional tienden a ser más efectivas que aquellas orientadas exclusivamente al individuo, tanto para mejorar los comportamientos de seguridad como para reducir los accidentes laborales (Deyreborg et al., 2022). Asimismo, las intervenciones multifacéticas presentan mejores resultados, particularmente cuando incorporan eliminación o sustitución de peligros y controles de ingeniería. La regulación y la aplicación de medidas de seguridad también contribuyen a la prevención de accidentes laborales, aunque con efectos comparativamente menores (Deyreborg et al., 2022).

Un ejemplo de intervención de carácter grupal es el *Kiken Yochi Training* (KYT), método japonés basado en reuniones previas a la ejecución de las tareas para identificar anticipadamente los peligros y acordar medidas preventivas. Esta metodología ha sido descrita como una herramienta prometedora para distintas industrias, debido a su énfasis en la identificación colectiva de riesgos y a que requiere recursos de implementación relativamente limitados (Noor Afifah et al., 2016).

De manera concordante, las intervenciones destinadas a mejorar los comportamientos de seguridad en lugares de trabajo de alto riesgo pueden ser efectivas, especialmente cuando combinan diferentes métodos y se adaptan a las características de la población objetivo (Bowdler et al., 2023). Las intervenciones educativas también muestran mejores resultados cuando forman parte de estrategias multifactoriales o utilizan modalidades distintas de la enseñanza exclusivamente didáctica. La evidencia disponible recomienda cautela respecto del uso de capacitación didáctica como intervención aislada, particularmente en el sector de la construcción, aunque esta puede constituir un componente útil dentro de programas preventivos más amplios (Li et al., 2020).

Finalmente, las tecnologías inmersivas (ImTs), que reproducen situaciones de trabajo mediante entornos simulados computacionalmente, han mostrado resultados favorables en la formación y educación en seguridad y salud en el trabajo. Diversos estudios señalan que estas tecnologías presentan un alto potencial para complementar los métodos tradicionales de entrenamiento (Babalola et al., 2023; Radianti et al., 2020). Sin embargo, su implementación presenta limitaciones relacionadas con el tiempo y costo de desarrollo, así como posibles molestias en algunos usuarios —como mareos, náuseas o cefalea— y dificultades asociadas al manejo de los dispositivos (Babalola et al., 2023).

2. Materiales y métodos

El estudio se desarrolló mediante un diseño multimétodo, observacional y evaluativo, que combinó análisis documental, observación en terreno, análisis cuantitativo de registros administrativos, encuesta a participantes y entrevistas semiestructuradas. La utilización de fuentes y métodos complementarios respondió a la necesidad de evaluar la efectividad del CERC en distintos niveles: calidad y pertinencia del diseño formativo, cambios en la accidentabilidad, percepción y adopción de conocimientos, transferencia al puesto de trabajo y condiciones organizacionales que facilitan o dificultan la aplicación de lo aprendido.

2.1. Diseño general

El diseño se organizó en cuatro componentes analíticos asociados a los objetivos específicos: (1) análisis curricular y comparación con otras experiencias de entrenamiento; (2) análisis cuantitativo de accidentabilidad; (3) encuesta a personas participantes; y (4) estudio cualitativo mediante entrevistas a trabajadores y capacitadores. Finalmente, los hallazgos fueron integrados para formular conclusiones y recomendaciones. La triangulación permitió contrastar evidencia procedente de registros administrativos, de la encuesta y de las entrevistas, reduciendo el riesgo de interpretar la efectividad únicamente a partir de una fuente.

El estudio tuvo carácter no experimental. Las empresas y personas no fueron asignadas aleatoriamente a recibir entrenamiento, por lo que los resultados se interpretaron como asociaciones y señales de contribución, no como demostración de causalidad. Para fortalecer

la inferencia se compararon periodos anteriores y posteriores a la capacitación y, cuando la información lo permitió, empresas intervenidas con empresas no intervenidas de características semejantes.

La unidad de análisis varió según el componente. En el análisis curricular correspondió a cada programa de curso; en el componente cuantitativo, a la empresa-año y al número de accidentes específicos; en la encuesta, a cada persona participante; y en el componente cualitativo, a los segmentos de discurso obtenidos en las entrevistas.

Se procuró incorporar la perspectiva de género de manera transversal. Cuando la disponibilidad de datos lo permitió, se examinaron diferencias por sexo en participación, percepción y resultados. La escasa presencia de mujeres en algunas fuentes disponibles (y su ausencia total en el corpus de entrevistas) fue considerada explícitamente como una restricción para la interpretación y se reporta como limitación del estudio.

2.2. Análisis curricular y comparación internacional

Se recopilaron los programas, descriptores y materiales disponibles de seis cursos del CERC vinculados con conducción, trabajo en altura, espacios confinados y control de energías peligrosas. La selección priorizó riesgos con alta capacidad de producir accidentes graves o fatales y cursos con información suficiente para su revisión.

Una especialista en diseño curricular y formación de personas adultas examinó cada programa mediante una pauta estructurada. El análisis consideró: identificación y descripción del curso; requisitos de ingreso; objetivos generales y específicos; contenidos; resultados de aprendizaje o competencias esperadas; modalidad y metodología de enseñanza; actividades prácticas; duración; recursos utilizados; mecanismos de evaluación; y criterios de aprobación o certificación.

La coherencia curricular se evaluó observando la relación lógica entre objetivos, contenidos, actividades y evaluación. La pertinencia se analizó considerando la correspondencia de estos elementos con el riesgo crítico abordado y con las tareas que se pretendía controlar. La suficiencia se examinó en función de la duración, la cantidad de contenidos, el tiempo efectivo de práctica y la posibilidad real de que cada participante demostrara la competencia declarada.

El análisis documental se complementó con la observación directa de las instalaciones y actividades prácticas del CERC. Esta observación permitió verificar la forma en que los programas se implementaban, la organización de los grupos, la disponibilidad de estaciones, el uso de simuladores y las oportunidades de ejecución individual.

La comparación internacional incluyó revisión documental de centros especializados de América del Norte, Europa, Asia-Pacífico y América Latina. Se examinaron infraestructura, escenarios, tecnologías de simulación, organización de las actividades, relación entre instructores y participantes y los mecanismos de evaluación. Además, entre el 14 y el 16 de

mayo de 2026 se realizó una visita técnica a HSEC Perú, en Arequipa, donde se observaron entrenamientos de trabajo en altura, rescate y espacios confinados, y se visitó una obra de construcción para contrastar la transferencia entre centro y faena.

2.3. Análisis cuantitativo de accidentabilidad

Se efectuó un estudio observacional retrospectivo utilizando registros administrativos de accidentes del trabajo, masa anual de trabajadores y actividades de capacitación realizadas en el CERC. El periodo analizado fue 2011–2024, de acuerdo con la disponibilidad y consistencia de las bases. El procesamiento se concentró en tres familias de riesgos críticos: accidentes relacionados con vehículos, caídas de altura y contacto eléctrico. Esta selección respondió tanto a su relevancia preventiva, por su asociación con accidentes graves y fatales, como a la disponibilidad y calidad de los registros necesarios para identificar y clasificar de manera reproducible los eventos y vincularlos con las actividades de capacitación. Otros riesgos críticos no fueron incluidos en el análisis cuantitativo cuando la frecuencia de eventos, la especificidad de los registros o la factibilidad de clasificación no permitían efectuar comparaciones suficientemente robustas.

Se incluyeron accidentes del trabajo calificados como tales y ocurridos en empresas adheridas con información suficiente para vincular accidentabilidad, dotación y capacitación. En el caso de las capacitaciones, se consideraron únicamente las actividades presenciales realizadas en el CERC. Se excluyeron accidentes de trayecto, denuncias no calificadas como accidentes del trabajo y registros que no cumplían los criterios específicos definidos para cada familia de riesgo.

Los relatos y campos no estructurados fueron normalizados mediante reglas reproducibles de procesamiento de texto. La clasificación combinó búsqueda de términos, expresiones regulares, relaciones semánticas y condiciones de exclusión. Se efectuaron auditorías manuales de muestras de casos y análisis de sensibilidad para revisar errores de clasificación.

Las actividades de capacitación fueron depuradas y agrupadas por empresa, riesgo y periodo. Cuando una empresa presentaba varias actividades próximas, estas fueron consolidadas como una unidad de intervención para evitar contabilizar como independientes acciones pertenecientes al mismo proceso formativo.

La masa anual de trabajadores se utilizó como denominador para construir tasas específicas. Se reconoce que esta variable corresponde a la dotación empresarial total y no necesariamente al número de personas efectivamente expuestas a cada riesgo; por ello, las tasas deben interpretarse como aproximaciones comparables y no como medidas exactas de incidencia entre trabajadores expuestos.

El análisis descriptivo incluyó número de accidentes, tasas anuales, distribución temporal y comparación entre empresas intervenidas y no intervenidas. El análisis inferencial utilizó modelos de conteo Poisson o binomial negativa, según la dispersión observada, con el

logaritmo de la masa de trabajadores como término de exposición. Se estimaron razones de tasas e intervalos de confianza del 95%.

Para el análisis antes-después se definieron periodos relativos a la primera intervención consolidada. Con el fin de fortalecer la interpretación, se incorporaron empresas no intervenidas mediante emparejamiento basado en variables disponibles y modelos de diferencias en diferencias. La especificación final fue seleccionada considerando calidad de los datos, distribución de los eventos, sobredispersión, estabilidad de las estimaciones y análisis de sensibilidad.

2.4. Encuesta a participantes

Se diseñó una encuesta para trabajadores y trabajadoras que habían participado en cursos presenciales del CERC durante los tres años anteriores. El instrumento incluyó antecedentes personales e institucionales, identificación del curso, percepción de aprendizaje, capacidad para reconocer peligros, actuación ante situaciones de riesgo, uso de elementos de protección personal, aplicación de contenidos y satisfacción con la experiencia.

Las preguntas de valoración utilizaron una escala Likert de cuatro categorías (1 = Nada, 2 = Poco, 3 = Bastante y 4 = Mucho), evitando una alternativa central neutra. La pregunta relativa al conocimiento previo fue formulada de manera retrospectiva y, por tanto, fue interpretada como percepción recordada, no como una medición pre-post objetiva.

La encuesta fue autoaplicada en línea. Se invitó a la totalidad de las personas registradas que disponían de correo electrónico validado, mediante un enlace con token individual. El trabajo de campo se desarrolló entre el 14 de abril y el 2 de junio de 2026 y se obtuvieron 123 respuestas válidas. La muestra final fue no probabilística y autoseleccionada.

El análisis incluyó frecuencias, porcentajes, medianas, rangos intercuartílicos y proporciones de respuestas favorables. La consistencia interna de las escalas se examinó mediante alfa de Cronbach. Las comparaciones entre grupos se efectuaron con pruebas no paramétricas cuando la distribución o el nivel de medición lo requerían. Se exploraron diferencias por sexo, experiencia, tipo de curso y tamaño de empresa, siempre que el número de observaciones permitiera una interpretación razonable.

La baja tasa de respuesta y la autoselección fueron consideradas limitaciones centrales. En consecuencia, los resultados se interpretaron como percepciones de las personas que respondieron y no como una estimación representativa de la totalidad de quienes participaron en cursos.

2.5. Componente cualitativo

El componente cualitativo tuvo un diseño descriptivo e interpretativo, orientado a comprender cómo trabajadores y capacitadores valoraban la experiencia formativa, qué cambios atribuían al entrenamiento y qué condiciones favorecían o dificultaban la transferencia al lugar de trabajo. La estrategia no buscó estimar frecuencias poblacionales,

sino profundizar en los significados, mecanismos y contextos que no podían ser observados mediante registros o encuesta.

La selección de participantes fue intencionada y progresiva. Se consideraron informantes calificados por su experiencia directa con los cursos. El grupo de trabajadores se conformó a partir de personas que, al responder la encuesta, manifestaron voluntariamente interés en participar en una entrevista posterior. Se procuró incorporar variedad de cursos, experiencia, actividad económica, tamaño de empresa y posición ocupacional. Los capacitadores y personal de entrenamiento fueron contactados a través del CERC, considerando su experiencia en la implementación de los programas.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a trabajadores capacitados y a relatores. Las pautas incluyeron: experiencia del curso; aprendizajes recordados; utilidad y pertinencia; cambios en prácticas; situaciones en que se aplicó o no se pudo aplicar lo aprendido; disponibilidad de equipos; apoyo de jefaturas; organización de la jornada; calidad de los escenarios; tiempo de práctica; evaluación; y recomendaciones de mejora.

La recolección y el análisis se desarrollaron de manera iterativa. Las entrevistas iniciales permitieron identificar temas emergentes que fueron profundizados en entrevistas posteriores. La incorporación de participantes continuó hasta alcanzar saturación, entendida como el momento en que las entrevistas adicionales dejaron de aportar categorías sustantivamente nuevas para responder a las preguntas del estudio.

Las entrevistas se realizaron con participación voluntaria y resguardo de confidencialidad. El material fue registrado y transcrito para su análisis, eliminando o generalizando referencias que pudieran permitir la identificación de personas o empresas. Los resultados se presentan mediante síntesis temáticas y citas ilustrativas anonimizadas.

2.5.1. Procedimiento de análisis cualitativo

Se utilizó análisis de contenido cualitativo, considerando tanto el contenido manifiesto —lo expresado directamente por los participantes— como los significados latentes que podían inferirse del contexto y de las relaciones entre temas. El proceso fue predominantemente inductivo, aunque guiado por los objetivos del estudio y por dimensiones previamente definidas en las pautas de entrevista.

El análisis se desarrolló en seis etapas. Primero, se organizó el corpus y se efectuó una lectura completa para familiarización. Segundo, se definieron unidades de análisis, correspondientes a fragmentos con sentido relacionado con las preguntas de investigación. Tercero, se establecieron reglas de codificación para asegurar consistencia en la asignación de códigos. Cuarto, los fragmentos fueron etiquetados mediante códigos descriptivos. Quinto, los códigos se agruparon en categorías y subcategorías de mayor amplitud. Sexto, se elaboró una síntesis interpretativa, identificando relaciones, convergencias, divergencias, facilitadores, barreras y consecuencias para la prevención.

La calidad analítica se fortaleció mediante comparación constante entre entrevistas, revisión de casos que no concordaban con la tendencia principal, distinción entre perspectivas de trabajadores y capacitadores y contraste posterior con los resultados cuantitativos y curriculares. La saturación fue evaluada por categoría y no únicamente por número de entrevistas.

1. Preparación del corpus Transcripción, anonimización, lectura inicial y organización del material
2. Unidades de análisis Selección de fragmentos con sentido vinculados a las preguntas de investigación
3. Reglas y codificación Definición de criterios y asignación de códigos descriptivos
4. Categorización Agrupación de códigos en categorías y subcategorías
5. Comparación constante Contraste entre actores, búsqueda de divergencias y evaluación de nuevos hallazgos
6. Síntesis interpretativa Integración de relaciones, facilitadores, barreras e implicancias preventivas

Figura 2. Procedimiento general del análisis cualitativo.

Elaboración propia a partir de Mayring (2000), Cáceres (2003) y Strauss y Corbin (2002).

2.6. Integración de resultados

La integración no consistió en yuxtaponer resultados, sino en contrastar sistemáticamente las fuentes para determinar en qué aspectos convergían, divergían o aportaban información complementaria. Se construyeron matrices de integración organizadas por objetivo, resultado esperado y nivel de evidencia.

El análisis curricular permitió establecer qué competencias pretendían desarrollar los cursos; la encuesta mostró cómo eran percibidos el aprendizaje y la utilidad; las entrevistas aportaron mecanismos de cambio y condiciones de transferencia; y los registros permitieron examinar variaciones en accidentabilidad. Esta integración permitió diferenciar satisfacción, aprendizaje percibido, competencia demostrada, cambio de práctica y efecto sobre accidentes, evitando tratarlos como resultados equivalentes.

2.7. Consideraciones éticas y resguardo de datos

El estudio utilizó registros administrativos anonimizados y recogió información de encuesta y entrevistas con participación voluntaria. Las personas fueron informadas sobre los objetivos, el carácter voluntario de su participación, la confidencialidad de las respuestas y su derecho a retirarse sin consecuencias.

Los datos fueron utilizados exclusivamente por el equipo investigador y se mantuvieron en sistemas de acceso restringido. Los resultados fueron reportados de manera agregada y las citas cualitativas fueron anonimizadas. El incentivo asociado a la encuesta dependió únicamente de la participación y no del contenido de las respuestas.

La base destinada al análisis evitó incorporar identificadores personales directos. Cuando fue necesario vincular información para fines analíticos, se utilizaron identificadores codificados y procedimientos orientados a minimizar el riesgo de reidentificación.

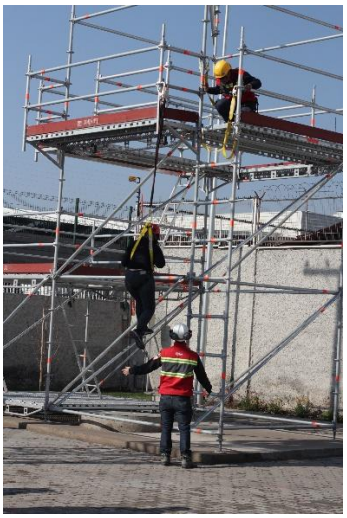
3. Resultados

3.1. Análisis de las características, atributos y contenidos de cada curso impartido

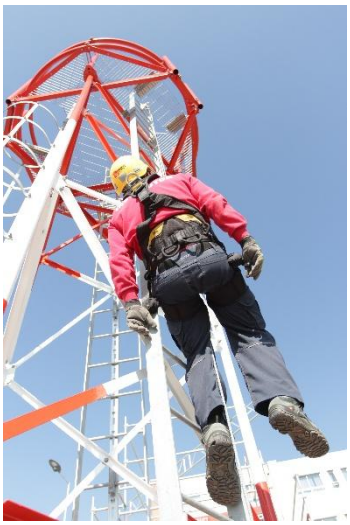
3.1.1. Recopilación de antecedentes de cursos impartidos y verificación de terreno

En conjunto con personal de CERC se recopilaron todos los antecedentes de presentación del curso en términos de objetivos y métodos difundidos a través de los folletos que publicita Mutual de Seguridad.

El día 10 de junio de 2025 se realizó una visita al CERC para observar en terreno las instalaciones disponibles y las prácticas en acción.













.



Figura 1. Actividades de entrenamiento en el CERC de Mutual de Seguridad

3.1.2 Análisis curricular de los programas de los cursos considerando la formación de competencias en adultos realizados en CERC

Elementos para el análisis de los cursos de capacitación.

Un Programa de Capacitación o curso de capacitación debe contar con objetivos claros que determinen la competencia (conocimiento, habilidades y actitudes) a lograr, asimismo debe contar con un plan temático estructurado que contenga al menos los contenidos y actividades a desarrollar. Para ello, se deben definir los conocimientos, habilidades y actitudes a lograr en un área específica. En el caso de los cursos impartidos por el CERC, estos se enmarcan dentro de las prestaciones preventivas que los organismos administradores de la Ley N°16.744 deben ofrecer a las empresas adheridas, de acuerdo con las orientaciones y normativas establecidas por la Superintendencia de Seguridad Social (SUSESO). La participación de trabajadores y trabajadoras en estos cursos se realiza generalmente a solicitud de las empresas adheridas o como parte de programas de prevención impulsados por el organismo administrador. Al realizar la revisión de los cursos dictados por el Centro de entrenamiento de riesgos Críticos de Mutual de Seguridad relativo a prevención de accidentes laborales, se ha tenido en consideración lo definido por ***la Superintendencia de Seguridad Social la que*** indica que "se entenderá por capacitación el proceso destinado a promover, facilitar, fomentar, y desarrollar las aptitudes, habilidades o grados de

conocimientos de los trabajadores en materias de seguridad y salud en el trabajo, procurando la necesaria adaptación a los procesos tecnológicos y a las modificaciones estructurales de la economía" (LIBRO IV. PRESTACIONES PREVENTIVAS / TÍTULO II. Responsabilidades y obligaciones de los organismos administradores y de los administradores delegados / E. Capacitaciones)

Teniendo presente que los cursos a revisar están dirigidos a trabajadores y trabajadoras que desarrollan actividades diversas, se considerará que el curso de capacitación planteado debe desarrollar ciertos grados de conocimiento, habilidades y aptitudes-destrezas (competencia). Para ello los objetivos generales y específicos deben ser claros y medibles, los contenidos propuestos deben abarcar la competencia a lograr, también debe definir la metodología y la forma de evaluación.

Para la revisión de los cursos se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

1.- Identificación del curso

- **Descripción del curso**: Breve resumen del curso indicando objetivos, contenidos, metodología y forma de evaluación. También se especifica el aprendizaje esperado y/o competencia a lograr por el participante al finalizar el curso
- **Definición de los requisitos previos del participante**: Indica los conocimientos previos, habilidades y experiencias de base que deben tener los participantes para iniciar un curso o taller específico, de esta forma se cuenta con la información necesaria para abordar los temas de forma más efectiva para lograr competencias deseadas.
- **Objetivo general del curso:** Indica el propósito y resultado que se quiere lograr. Debe ser medible, alcanzable en un plazo determinado y con foco específico especialmente cuando se trata de cursos de capacitación.
- **Objetivos específicos:** Generalmente detallan aspectos puntuales del curso, deben ser medibles y describir con claridad lo que se quiere lograr.
- **Contenidos del curso:** Deben tener una organización que puede ser por unidades temáticas o modulares.
- **Aprendizaje esperado:** Conocimientos, habilidades y actitudes que se espera que los estudiantes desarrollen en un módulo o unidad de aprendizaje. Cuando se lleva a un quehacer técnico específico se habla de competencia a lograr y se define esta como la capacidad para combinar conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes para resolver problemas.
- **Método de enseñanza:** Hay que considerar que es una formación para adultos, por lo cual la metodología de enseñanza se debe centrar en la participación activa, en la aplicación práctica y en la relevancia que tiene la capacitación para el participante. La metodología puede incluir por ejemplo juego de roles, aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, demostraciones por parte del relator entre otros.

- **Evaluación:** En la evaluación se debe considerar formas de evaluación continua para tener insumos necesarios para retroalimentar el proceso de enseñanza y /o capacitación. Las evaluaciones pueden adoptar diversas formas, como cuestionarios, tareas, proyectos o demostraciones prácticas, dependiendo de la naturaleza de la formación.

2.- Coherencia. En este punto se debe comprobar si los componentes del curso se interrelacionan y se complementan entre sí.

3.- Pertinencia. Verificar si Objetivos, contenidos, actividades, evaluación son relevantes y adecuados para lograr la o las competencias definidas para el curso.

4.- Suficiencia. Considerar si los elementos del curso son "suficientes" para el logro de la o las competencias, lo que se traduce en buenos resultados.

La evaluación de estos aspectos se realizó mediante un análisis cualitativo estructurado, utilizando una pauta de revisión curricular que consideró criterios previamente definidos para cada dimensión. En particular, la coherencia se evaluó observando la relación entre objetivos, contenidos, actividades y métodos de enseñanza; la pertinencia se analizó considerando la adecuación de estos elementos respecto de los riesgos críticos abordados y las competencias esperadas; y la suficiencia se examinó en función de la correspondencia entre la duración del curso, la extensión de los contenidos y la posibilidad de lograr las competencias declaradas. Este análisis fue realizado por una especialista en diseño curricular con experiencia en formación de competencias en adultos, a partir de la revisión documental de los programas de los cursos y de la observación de su implementación.

Los cursos que fueron revisados son los siguientes:

1.- AISLAMIENTO Y BLOQUEO DE ENERGÍAS

2.- MANEJO A LA DEFENSIVA PARA CONDUCTORES CLASE B CON SIMULADOR

3.- TRABAJO EN ALTURA ANDAMIO Y PLATAFORMA

4.- TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS

5.- CONDUCCIÓN PREVENTIVA DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS CON SIMULADOR

6.- TRABAJO EN ALTURA FÍSICA

En términos generales:

- Redefinir la forma de presentar el curso
- Indicar claramente el logro que se espera (aprendizaje esperado /competencia)
- Indicar la forma en que se evaluará para comprobar el logro del aprendizaje

- Explicitar la metodología que se utilizará
- Reevaluar la cantidad de horas versus contenido.

Cabe señalar que hay una buena propuesta de trabajo teórico-práctico aunque faltan elementos que se pueden mejorar fácilmente.

Tabla 2. Síntesis del análisis curricular de cursos de riesgos críticos impartidos en CERC

Curso	Duración	Coherencia curricular	Pertinencia	Suficiencia	Observaciones principales
Manejo a la defensiva para conductores clase B con simulador	4 hrs	Existe relación entre objetivos y contenidos	Contenidos pertinentes para prevención de accidentes de tránsito	Limitada	Contenidos extensos para la duración del curso; no se explicita evaluación ni aprendizaje esperado.
Conducción preventiva de vehículos de transporte de pasajeros con simulador	4 hrs	Coherencia general entre objetivos y contenidos	Pertinente para riesgos de seguridad vial laboral	Limitada	Falta definición de aprendizaje esperado y mecanismos de evaluación; contenidos extensos para el tiempo disponible.
Trabajo en altura física	2 hrs	Contenidos alineados con objetivos	Alta pertinencia para prevención de caídas	Limitada	No se explicita evaluación ni logro de competencias; tiempo insuficiente para cubrir contenidos técnicos.
Trabajo en altura en andamio y plataforma	4 hrs	Existe relación entre contenidos y objetivos	Pertinente para tareas de montaje y operación en altura	Limitada	Falta definición de aprendizaje esperado y evaluación; requiere mayor claridad metodológica.
Trabajo en espacios confinados	2 hrs	Relación general entre contenidos y objetivos	Alta pertinencia para control de riesgos críticos	Limitada	No se explicitan criterios de evaluación ni logro de competencias; contenidos extensos para la duración.
Aislamiento y bloqueo de energías (LOTO)	No especificado	Coherencia básica entre objetivos y contenidos	Pertinente para control de energías peligrosas	Insuficiente	Falta descripción del curso, definición de requisitos previos y mecanismos de

					evaluación del aprendizaje.

Las fichas curriculares detalladas de cada curso se presentan en el **Anexo 1**

3.1.3. Lineamientos derivados del análisis curricular

Con el fin de mejorar la comunicación de los cursos del Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC), se propone orientar los materiales promocionales desde una descripción basada únicamente en contenidos hacia una comunicación centrada en competencias y resultados de aprendizaje. Este enfoque busca posicionar al trabajador como un profesional que adquiere habilidades específicas para enfrentar riesgos críticos mediante entrenamiento práctico y simulaciones.

En este contexto, se propone una estructura estándar para la comunicación de los cursos que destaque la promesa de valor del entrenamiento, los principales aprendizajes esperados, la descripción de las actividades prácticas y los criterios de certificación. La Tabla 3 resume los principales elementos recomendados para la presentación de los cursos.

Tabla 3. Elementos recomendados para la comunicación de cursos de entrenamiento experiencial.

Elemento	Descripción
Promesa de valor	Enunciado que destaque el beneficio del entrenamiento en términos de seguridad y desempeño laboral.
Perfil de egreso	Descripción clara de las competencias que el participante será capaz de demostrar al finalizar el curso.
Hitos de aprendizaje	Principales capacidades o resultados de aprendizaje que se espera desarrollar durante el entrenamiento.
Entrenamiento práctico	Descripción del uso de simuladores y ejercicios prácticos que permiten aplicar los contenidos.
Criterios de certificación	Mecanismos utilizados para verificar el logro de los aprendizajes o competencias del curso.

3.1.4. Comparación con otras experiencias de entrenamiento

Fundamentos Neurocientíficos del Entrenamiento Inmersivo

En este informe el término entrenamiento inmersivo se utiliza para referirse a una modalidad específica de aprendizaje experiencial, en la cual la formación se realiza mediante simulaciones de alta fidelidad que recrean situaciones de trabajo reales, permitiendo a los participantes experimentar condiciones de riesgo en un entorno controlado.

La gestión de la seguridad industrial enfrenta un desafío económico y humano sin precedentes. Según estimaciones de la Organización Internacional del Trabajo, los accidentes y enfermedades laborales representan una pérdida aproximada del 4% del Producto Interno

Bruto (PIB) mundial anual (International Labour Organization [ILO], 2024). Esta cifra macroeconómica se traduce, a nivel empresarial, en costos directos e indirectos significativos, que van desde indemnizaciones hasta la pérdida de reputación y la interrupción de la cadena de suministro.

Históricamente, la capacitación se limitaba a la transmisión teórica de normas. Sin embargo, la evidencia sugiere que, bajo condiciones de estrés, el desempeño puede degradarse y aumentar la probabilidad de fallas cognitivas si no existe entrenamiento procedimental previo (Bridger et al., 2012; Dierschnabel et al., 2025). Cuando el cerebro experimenta una amenaza (fuego, colapso, fuga tóxica), la respuesta de estrés puede interferir con la recuperación de información relevante y con la toma de decisiones, especialmente si las respuestas no han sido practicadas en condiciones similares (Bridger et al., 2012; Dierschnabel et al., 2025).

En respuesta, la industria global ha transitado hacia los Centros de Entrenamiento en Riesgos Críticos (CERC). Estas instalaciones no son aulas convencionales, sino laboratorios de exposición controlada a escenarios de alta fidelidad (fuego vivo, estructuras colapsadas reales, realidad virtual inmersiva) para permitir que los trabajadores experimenten y gestionen el riesgo en un entorno controlado. La premisa que une a estos centros es que una competencia no se demuestra memorizando un manual, sino ejecutando maniobras precisas bajo presión, y que la inversión en capital humano técnico es un activo estratégico que garantiza la continuidad del negocio y la preservación de la vida.

De ese modo, la gestión de riesgos críticos en la industria ha transitado, durante las últimas décadas, desde un paradigma puramente normativo y procedimental hacia un enfoque centrado en el desempeño humano y la resiliencia organizacional. La inversión en centros de entrenamiento inmersivo se sustenta en evidencia que respalda la superioridad de metodologías activas frente a enfoques expositivos, tanto por su impacto en el desempeño bajo presión como por mejores resultados de aprendizaje evaluado (Bridger et al., 2012; University at Buffalo, n.d.).

Evidencia Científica sobre la Eficacia del Entrenamiento Experiencial

A continuación, se presenta una síntesis de hallazgos en literatura científica reciente (2022-2025) revisada respecto a eficacia de los entrenamientos experienciales en riesgos laborales.

Los principales resultados encontrados destacan la eficacia de los enfoques activos y experienciales con respecto a la formación expositiva tradicional (clases magistrales o diapositivas) para mejorar las competencias en seguridad y prevención. Toyoda et al. (2022) señalan que, en industrias de alto riesgo, es frecuente que resulte impracticable complementar el aprendizaje experiencial mediante enfoques tradicionales por costos, operación y limitaciones prácticas. En este contexto, la evidencia revisada sugiere que la Realidad Virtual (VR) puede mejorar resultados de formación respecto de modalidades tradicionales como clase magistral o PowerPoint.

Por ejemplo, estudios cuasiexperimentales respecto al trabajo en altura con escaleras telescópicas indican diferencias significativas en el nivel de aprendizaje y desempeño de los trabajadores según el tipo de enseñanza. Se destaca que el aprendizaje experiencial compromete a los estudiantes en los contenidos observados, con un mayor nivel de interacción ante la simulación de las condiciones reales de trabajo. Asimismo, permite el desarrollo de las habilidades de prevención de riesgos y promoción de la seguridad en el trabajo (Cortes-Pena et al., 2023).

Respecto a las habilidades para anticipar riesgos por atrapamiento en la industria manufacturera en Taiwán, al comparar los resultados obtenidos por los trabajadores de la industria se destaca que el único grupo que presentó diferencias de aprendizaje significativas correspondió a aquellos con entrenamiento experiencial (Tseng & Hsu, 2022).

Sobre la efectividad de la realidad virtual (VR) para reducir los accidentes dentro del espacio del trabajo, en estudios cuantitativos y cuasiexperimentales en trabajadores profesionales del sector eléctrico y estudios cuantitativos (estudios de casos) con estudiantes graduados se observa un resultado común: mayores avances en la cultura de Salud y Ocupación Laboral (OSH) respecto a los métodos tradicionales (Pribadi et al., 2024). La realidad virtual permite avanzar significativamente en las habilidades, conocimiento y desempeño en ingeniería eléctrica al proveer experiencias de aprendizaje realistas, inmersivas y personalizadas.

Por otra parte, estrategias de aprendizaje activo basado en tecnologías, tales como los juegos serios (serious games) mejoran la comprensión de los procedimientos de seguridad. La simulación de escenarios de riesgo y la retroalimentación inmediata facilitan la transferencia de conocimiento a escenarios reales, a pesar de sus limitaciones técnicas, altos costos de implementación y dificultad de aceptación por parte de usuarios con menor conocimiento de estas tecnologías (Gómez et al., 2025; Margheritti et al., 2025).

Centros de entrenamientos de riesgos críticos en el mundo

Con el fin de identificar buenas prácticas internacionales en el entrenamiento de riesgos críticos, se revisaron centros de entrenamiento especializados en América del Norte, Europa y Asia-Pacífico/América Latina. Estos centros comparten características comunes, tales como el uso intensivo de simuladores, escenarios físicos a escala real y metodologías de aprendizaje experiencial.

La **Tabla 4** presenta una síntesis comparativa de los principales centros analizados, mientras que las descripciones detalladas de cada institución se incluyen en el **Anexo 7**.

Tabla 4. Síntesis comparativa de los principales centros analizados.

Región	Centro	País	Sector principal	Características del entrenamiento
América del Norte	TEEX (Texas A&M Engineering Extension Service)	Estados Unidos	Emergencias industriales, rescate, incendios	Escenarios físicos a gran escala con fuego real, simulación de desastres y entrenamiento táctico
América del Norte	MSA Safety Training	Estados Unidos / Canadá	Petróleo y gas, seguridad industrial	Simuladores de espacios confinados, rescate en altura y detección de gases
América del Norte	3M Safety Training	Estados Unidos	Protección contra caídas	Torres de entrenamiento y simuladores para trabajo en altura
Europa	RelyOn Nutec	Dinamarca / Países Bajos	Offshore, petróleo y gas, energía	Simulación de incendios petroquímicos, escape de helicópteros y entrenamiento offshore
Europa	Maersk Training	Dinamarca / Reino Unido	Offshore y marítimo	Simuladores integrados de puente de mando, perforación y control de pozos
Europa	Petzl Technical Institute	Francia / EE.UU.	Trabajo vertical y rescate	Torres de entrenamiento y laboratorios para acceso por cuerdas
Europa	Fire Service College	Reino Unido	Emergencias y bomberos	Escenarios de incendio, accidentes masivos y simuladores de aeronaves
Europa	Fundación Laboral de la Construcción	España	Construcción	Obras simuladas y entrenamiento práctico en riesgos reales
Asia-Pacífico	Simtars	Australia	Minería	Realidad virtual inmersiva y simulación de minas
América Latina	Consejo Colombiano de Seguridad	Colombia	Seguridad industrial	Campos de práctica y simuladores para trabajos de alto riesgo
América Latina	Tecsup	Perú	Minería e industria	Campos de entrenamiento industrial y simuladores VR
América Latina	CEIM	Chile	Minería	Simuladores de maquinaria pesada y tecnologías de realidad mixta

3.1.5. Resultados de la visita técnica internacional

Entre los días 14 y 16 de mayo de 2026 se realizó una visita técnica al Centro de Entrenamiento HSEC Perú, en Arequipa, con el propósito de complementar la revisión documental mediante la observación directa de infraestructura, metodologías, procedimientos y experiencias de formación en riesgos críticos. La actividad incluyó recorridos por las instalaciones, observación de ejercicios de trabajo en altura, rescate y espacios confinados, intercambio técnico con instructores, conversaciones grupales con participantes y profesionales, y una visita a una obra de edificación en ejecución.

La experiencia permitió comprobar que el principal aporte del entrenamiento experiencial es transformar los conocimientos teóricos en desempeños observables. La práctica supervisada permite seleccionar e inspeccionar equipos, ejecutar procedimientos, reconocer errores y recibir retroalimentación inmediata en escenarios que reproducen restricciones propias del trabajo, pero bajo condiciones controladas. Asimismo, se constató la importancia de la coordinación, la comunicación y la distribución de funciones durante las maniobras de rescate y control de riesgos.

Las conversaciones con participantes e instructores mostraron que la efectividad del entrenamiento depende del tiempo efectivo de práctica, el tamaño de los grupos, la preparación técnica y pedagógica del instructor y la evaluación individual del desempeño. Se destacó que las pruebas teóricas o la entrega de una certificación no son suficientes para acreditar una competencia, por lo que deben complementarse con observación directa, listas de cotejo y, cuando corresponda, procesos de revalidación práctica.

Otro hallazgo relevante fue que la transferencia del aprendizaje al puesto de trabajo no se produce automáticamente. Esta depende de la disponibilidad y compatibilidad de los equipos, la supervisión, el tiempo otorgado para ejecutar los procedimientos, la posibilidad de comunicar o detener tareas inseguras y el apoyo de la organización. La visita a la obra permitió observar estas condiciones en un contexto productivo real y confirmó que el entorno empresarial puede favorecer o limitar la aplicación de las competencias adquiridas.

En términos comparativos, HSEC Perú presenta una orientación principalmente técnica y operacional, vinculada al acceso por cuerdas, rescate industrial, certificación y servicios especializados. El CERC de Mutual de Seguridad, en cambio, incorpora el entrenamiento dentro de una estrategia más amplia de prevención, cumplimiento normativo y asistencia técnica a las empresas adherentes. Ambas experiencias coinciden, sin embargo, en la relevancia de la infraestructura especializada, la práctica supervisada, la retroalimentación y la evaluación de competencias.

Estos antecedentes aportan criterios concretos para revisar y optimizar los cursos del CERC, especialmente en relación con la duración práctica, el número de participantes por instructor, la evaluación observable de competencias, el desarrollo pedagógico de los instructores y el seguimiento posterior a la capacitación. El informe completo de la visita técnica, incluidos

el análisis comparativo, los testimonios y el registro fotográfico, se incorpora como Anexo 8.

3.2. Análisis cuantitativo de efectividad de las actividades de entrenamiento para la reducción de accidentes del trabajo más graves

3.2.1. Recopilación de datos

Para el análisis cuantitativo retrospectivo se utilizaron bases administrativas anonimizadas entregadas por la contraparte técnica. Estas permiten vincular eventos de accidentes, participación en cursos/entrenamientos CERC y denominadores para construir tasas a nivel de empresa (y, cuando aplique, a nivel individual con identificadores anonimizados).

Archivos recibidos y rol analítico

RESUMEN_ACCIDENTES_anonimizado_V2 (base principal de accidentes)

Consolidado de accidentes a utilizar como fuente principal para:

- definir la población analítica (accidentes del trabajo, según variables de calificación disponibles),
- aplicar filtros por período (2011–2024) y depurar registros fuera de rango por errores evidentes de fechaje,
- identificar submuestras por riesgo crítico mediante variables de marcaje tipo marca_caida_altura, marca_transito y marca_contacto_electrico (cuando estén presentes),
- construir variables de resultado (por ejemplo, gravedad u otros indicadores, según disponibilidad).

Diccionario de Variables Accidente (diccionario)

Documento de referencia para:

- validar definiciones operativas de cada campo,
- asegurar consistencia en filtros (por ejemplo, “accidente del trabajo” versus “trayecto”, estados de calificación, etc.),
- documentar trazabilidad metodológica en el informe.

CURSOS_anonimizado (base principal de capacitaciones)

Registro de cursos/entrenamientos para operacionalizar la exposición (intervención CERC). Se utilizó para:

- identificar empresas intervenidas,
- definir ventanas temporales pre/post por empresa (y eventualmente por persona si el diseño lo permite),
- vincular con el catálogo de cursos para asignación a riesgo crítico.

Listado de cursos (catálogo)

Archivo maestro para:

- estandarizar nombres y tipos de cursos,
- mapear cada curso a un riesgo crítico (tránsito, altura, eléctrico),
- controlar coherencia (cursos fuera de alcance, duplicados, cambios de nomenclatura).

MASA_TRABAJADORES (denominadores)

Base de masa de personas trabajadoras para:

- construir tasas por empresa y por período (anual o mensual, según granularidad disponible),
- estandarizar comparaciones entre empresas (tasas en lugar de conteos).

Maestro_Contrato (maestro complementario)

Base complementaria para:

- enriquecer caracterización de empresa/contrato (segmentación, rubro u otras variables disponibles),
- apoyar controles de consistencia de la unidad empresa y su evolución temporal.

ACRM_anonimizados (base complementaria)

Base complementaria de casos, a considerar para validaciones o análisis paralelos (por ejemplo, contraste de severidad o subconjuntos de interés), según el alcance y la factibilidad de vinculación con la base principal.

Muestra_Altura_Final_Limpia_7, Muestra_Electrico Final Limpia nueva y muestra transito final (muestras manuales)

Las muestras etiquetadas manualmente se utilizan para:

- entrenar o ajustar un modelo de PLN (por ejemplo, BETO/BERT) para clasificación de relato en altura y eléctrico.
- validar/auditar los marcajes disponibles realizados con otros algoritmos

Con el fin de contrastar los criterios de etiquetado automático, se realizó una auditoría mediante etiquetado humano de una muestra de 500 observaciones de tránsito, compuesta por 247 casos de la clase 0 y 253 de la clase 1. El modelo generó 250 predicciones para cada clase, registrándose tres falsos negativos y ningún falso positivo. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Validación del etiquetado de tránsito mediante auditoría humana (muestra de 500 casos)

Matriz de confusión (true x pred) con labels [0,1]:				
Clase real	pred_0	pred_1	Total	
true_0	247	0	247	(negativos)
true_1	3	250	253	(positivos)
Totales	250	250	500	

Resumen:
Exactitud (Accuracy): 0.9940
Precisión: 1.0000
Sensibilidad (Recall) 0.9881
F1-score: 0.9940
Kappa de Cohen: 0.9880

Reporte por clase				
Clase	precision	recall	f1-score	Casos
0	0.988	1.000	0.994	247
1	1.000	0.988	0.994	253
Exactitud global			0.994	500
Promedio Macro	0.994	0.994	0.994	500
Promedio ponderado	0.994	0.994	0.994	500

Estos resultados muestran una concordancia prácticamente total entre el etiquetado automático y el etiquetado humano en la muestra auditada, lo que respalda la consistencia del procedimiento de clasificación utilizado en el procesamiento de lenguaje natural.

Proceso de depuración y consolidación

La recopilación y consolidación considera: exploración preliminar, revisión de estructura, control de calidad, filtros focalizados en los objetivos del proyecto, estandarización de variables y aplicación de criterios de inclusión/exclusión.

Posteriormente, construcción de submuestras por riesgo crítico (altura, tránsito, eléctrico) usando variables marca_* o, de forma complementaria, clasificación por relato mediante PLN si se implementa.

Categorías de interés

En el dataset RESUMEN_ACCIDENTES_anonimizado_V2 se identifican tres categorías en atdn_desc_tipo_acc: *Trabajo*, *Trayecto* y *Enf. Prof.* A nivel de registros (filas), *Trabajo* concentra 2.301.439 (67,6%), *Trayecto* 652.785 (19,2%) y *Enf. Prof.* 451.564 (13,3%). Dado que el estudio se centra en accidentes del trabajo, se restringió el universo a la categoría *Trabajo*.

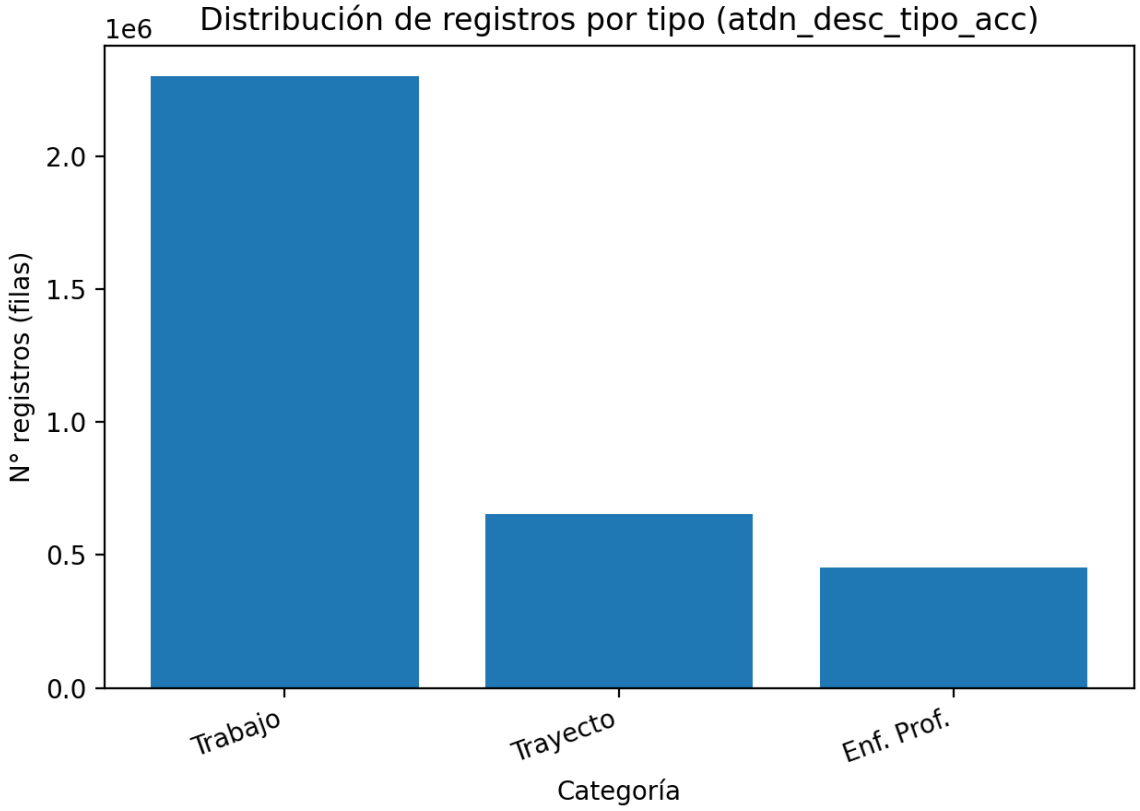


Figura 2. Distribución inicial de registros por tipo de accidente previo al filtrado del estudio.

Dado los objetivos del estudio, se filtró por la categoría *trabajo*

Consistencia de fechas y eventos

En el control de calidad se evaluó la consistencia temporal entre el año declarado (año) y el año obtenido a partir de la fecha de ocurrencia (atdn_atd_fecha_ocurrencia) para los registros clasificados como Trabajo. Se detectaron discrepancias en una fracción menor de los registros comparables (aquellos que tienen ambos campos y cuya fecha de ocurrencia tiene

un **formato válido** de fecha y hora). Dado su mayor completitud y consistencia global, para el análisis cuantitativo se adoptó el campo año declarado como referencia operativa para la delimitación del período. En consecuencia, el universo de estudio se restringe a 2011–2024, intervalo en el que la información resulta más robusta. En este subconjunto, se observan 2.244.397 registros, los cuales corresponden a 2.061.080 casos únicos al consolidar por el identificador caso_id_caso. Esta diferencia confirma que un mismo caso puede registrar más de una atención/registro asociado, por lo que los conteos principales y el cálculo de tasas se basaron preferentemente en casos únicos de accidentes determinado por el campo caso_id_caso.

Dataset de accidentes derivado

Se generó un dataset derivado a nivel de caso, a partir del archivo fuente RESUMEN_ACCIDENTES_anonimizado_V2.csv (carpeta 00_Raw_nuevos datos 29 oct 2025), con el objetivo de disponer de un universo consistente para etiquetado NLP y análisis posterior. La construcción del derivado aplicó los siguientes criterios:

(i) inclusión exclusiva de registros con atdn_desc_tipo_acc = "Trabajo";

(ii) delimitación temporal usando el año declarado (año) en el período 2011–2024;

(iii) consolidación a unidad de análisis “caso” mediante la selección de un único registro representativo por caso_id_caso (se retuvo el registro con el relato de mayor longitud dentro del caso); y

(iv) eliminación de columnas de marcas preexistentes (marca_caida_altura, marca_contacto_electrico, marca_transito) para evitar ambigüedad con el etiquetado a generar por PLN.

El resultado se almacenó como archivo acc_trabajo_2011_2024_casos_unicos_.parquet en 04_dataset_derivados. En este subconjunto se obtuvieron **2.061.080 casos únicos** (según caso_id_caso) correspondientes a accidentes del trabajo en el período de estudio.

El formato Parquet se adoptó por robustez y eficiencia (lectura estable, compresión y mejor desempeño) frente a las particularidades del CSV original.

Sobre este dataset se ejecutó un análisis exploratorio (EDA) para caracterizar su estructura y calidad, reportando tamaño del universo, distribución temporal anual, completitud de variables y propiedades descriptivas del campo textual relato. Las tablas y figuras siguientes resumen los principales resultados; el detalle completo se incluye en el anexo EDA.

3.2.2. Etiquetado de accidente: tránsito, caídas de altura y contacto eléctrico

Es importante señalar que el proceso de etiquetado utilizado en este estudio no tiene por objetivo establecer la causa única del accidente, sino clasificar los eventos según el tipo de riesgo crítico involucrado en su ocurrencia, de acuerdo con categorías analíticas previamente definidas (tránsito, caídas de altura y contacto eléctrico). En este sentido, el etiquetado se

utiliza como una herramienta de clasificación temática para facilitar el análisis de grandes volúmenes de registros, y no como un mecanismo de atribución causal. Dado que muchos accidentes laborales presentan mecanismos multicausales, la clasificación adoptada no implica que la capacitación sea necesariamente el único factor preventivo relevante, sino que permite identificar patrones asociados a riesgos críticos específicos.

Infraestructura Tecnológica y Entorno de Procesamiento

Para garantizar la procesabilidad de los 2.061.080 registros y permitir la experimentación con modelos de aprendizaje profundo (Deep Learning), se utilizó una estación de trabajo de alto rendimiento. El procesamiento masivo y las pruebas de modelos de lenguaje se realizaron en una estación de trabajo, cuyas especificaciones técnicas permitieron la comparación de arquitecturas de cómputo (GPU vs CPU):

- **Procesador (CPU):** Intel Core i9-13900K (24 núcleos / 32 subprocesos), que proporcionó la capacidad de procesamiento multihilo necesaria para el filtrado rápido mediante expresiones regulares.
- **Memoria RAM:** 64 GB DDR5, permitiendo la carga completa en memoria de los dataframes masivos (2+ millones de registros) para operaciones vectorizadas de alta velocidad.
- **Tarjeta Gráfica (GPU):** NVIDIA GeForce RTX 4070 Ti SUPER (16 GB GDDR6X), utilizada exclusivamente para las pruebas de inferencia con modelos Transformers (BETO).
- **Almacenamiento:** Unidad de estado sólido (SSD) NVMe M.2, optimizando las tasas de lectura/escritura de archivos Parquet de gran tamaño.
- **Sistema Operativo y Entorno:** Windows 11 Pro con subsistema **WSL2 (Ubuntu 22.04 LTS)**, integrando un entorno de desarrollo Python 3.12 distribuido mediante Anaconda/Miniconda.

3.2.2.1 Procesamiento de categoría Tránsito

1. Objetivo del procesamiento (Tránsito)

El objetivo es identificar, dentro del universo de accidentes del trabajo 2011–2024 (casos únicos), aquellos relatos en los que el vehículo actúa como agente principal del evento, con foco en sucesos relevantes para evaluar la efectividad de cursos dirigidos principalmente a conductores.

Dado el propósito evaluativo (tasas antes/después), se prioriza precisión por sobre cobertura, minimizando falsos positivos que podrían inflar tasas e inducir conclusiones erróneas.

2. Justificación del enfoque basado en reglas

En primera instancia, se evaluaron modelos Transformers preentrenados para español (BETO y una variante chilena, Tulio), ajustados mediante fine-tuning como clasificadores binarios con ponderación por desbalance. Si bien las métricas de validación/test fueron altas, la auditoría manual evidenció falsos positivos relevantes y, especialmente, sensibilidad a la definición operativa de interés ("vehículo como agente principal del accidente"), ya que muchos relatos mencionan vehículos por contexto sin corresponder a un accidente de tránsito propiamente tal.

En la aplicación de modelos preentrenados surgieron dos consideraciones clave:

- Riesgo de falsos positivos por "mención de vehículo": muchos relatos incluyen bus/camión/vehículo por contexto (agresión, carga, caída, cierre de puerta, taller, mantención) sin que el accidente sea de tránsito ni tenga al vehículo como agente principal.
- Requerimiento del estudio: el objetivo no es maximizar desempeño "genérico" de clasificación, sino obtener un subconjunto altamente confiable de accidentes con vehículo-agente, alineado al propósito evaluativo del curso.

Lenguaje ocupacional y coloquialidad del relato:

En los relatos clínico-administrativos aparecen abreviaturas, faltas ortográficas, localismos y descripciones informales del evento (p. ej., "colicionado", "ronceó o ronseo" "yale o yalero", "se me fue el vehículo", etc.). En la auditoría se observó que los modelos pueden generalizar bien en test, pero fallan en casos de redacción no estandarizada o en contextos donde la mención del objeto (vehículo/altura/electricidad) no implica que sea el agente principal, lo que obliga a controlar el criterio con reglas auditables.

Por trazabilidad y control del criterio, se optó por un enfoque de reglas auditadas, versionadas (JSON de freeze) y aplicadas al universo, generando un dataset derivado con niveles "seguro/probable".

- ofrece trazabilidad y explicabilidad,
- permite incorporar lenguaje local/variantes ortográficas,
- facilita controlar el trade-off precisión/cobertura según el objetivo.

3. Auditoría de etiquetas originales como línea base

Previo a construir reglas propias, se realizó una auditoría de las etiquetas originales entregadas por la fuente para el riesgo "tránsito". Se revisaron 200 registros con marca positiva, confirmándose 187 como verdaderos positivos (93,5% de precisión).

Aun con buena precisión en positivos, se observó heterogeneidad semántica en los relatos (errores ortográficos, abreviaturas y contextos no vehiculares), por lo que se definió un criterio operativo explícito ("vehículo como agente central del accidente") mediante reglas reproducibles y auditables, manteniendo el foco en precisión aun a costa de cobertura.

4. Datos de entrada para la construcción de reglas

Se utilizó un parquet de accidentes del trabajo con casos únicos:

- Archivo: acc_trabajo_2011_2024_casos_unicos.parquet
- Registros: 2.061.080

Campos mínimos utilizados:

- caso_id_caso (ID único)
- año
- relato (texto)

5. Construcción de reglas (Tránsito–vehículo como agente principal del accidente)

a. Normalización ligera (sin tokenización/lemmatización)

Se aplicó normalización mínima (p.ej., lower/trim), porque el motor de regex permite capturar variaciones morfológicas y ortográficas y se observó que tokenización/stopwords no aportan significativamente cuando la lógica se basa en patrones semánticos concretos (evento + vehículo + contexto vial), además de que puede introducir fragilidad y mayor complejidad operacional.

b. Lógica general de patrones

Se construyeron patrones regex en cuatro grupos:

- Evento (choque/colisión/atropello/volcamiento/derrape/impacto/etc., incluyendo variaciones y errores ortográficos frecuentes)
- Vehículo (auto, camioneta, camión, bus, furgón, moto/motocicleta, bici/bicicleta, tren, etc.)
- Contexto vial / conducción (ruta, carretera, km, cruce, semáforo, ceda el paso, "conducía/manejaba/circulaba", etc.)
- Exclusión (casos donde el vehículo se menciona pero el evento no es tránsito ni el agente principal: carga/descarga, taller, mantención, elevador, puerta/portamaleta, atrapamiento de dedos, etc.)

c. Definición de niveles

- Regla segura: evento + vehículo + (vía o conducción) y exclusión de patrones no pertinentes.
- Regla probable: evento + vehículo y exclusión de patrones no pertinentes, sin exigir vía/conducción (captura casos más ambiguos).

El positivo final (+1) se define como unión (seguro ∪ probable). El nivel toma valores: seguro, probable y no.

6. Auditoría humana y criterios de decisión

Diseño de auditoría

Se generaron muestras para revisar manualmente:

- 100 casos "seguro"
- 100 casos "probable" (casos no seguros)

Se registró:

- etiqueta humana (0/1)
- observación/tipo de discrepancia (principalmente FP por “mención vehicular no causal”).

Resultados de auditoría (reglas congeladas)

Se ejecutaron dos auditorías independientes (muestras distintas) variando la semilla:

- Seed 42: seguro 100% positivos; probable 95% positivos.
- Seed 123: seguro 100% positivos; probable 96% positivos.

Con estos resultados, se mantuvo la separación por nivel para:

-
- usar la variable agregada (seguro + probable) como indicador operacional principal, y
- disponer de una alternativa más estricta (solo seguro) para análisis de sensibilidad.

7. Versionamiento, congelamiento y trazabilidad

Las reglas se “congelaron” en un archivo JSON versionado transito_rules_v1_2025-12-31_freeze.json con hash (SHA) asociado, para garantizar reproducibilidad.

En el dataset final se incluye:

- transito_nivel ∈ {no, seguro, probable}
- transito_agente (binaria final, =seguro + probable)
- variables auxiliares (por ejemplo indicador de exclusión) si se requieren para auditoría futura.

8. Resultado: dataset Tránsito

Tabla 6. Resultado del dataset derivado final (Tránsito)

Indicador	Valor
Total de filas	2.061.080

Casos positivos finales	37.131
Porcentaje de positivos	1,801 %

Nivel	**Casos**
Seguro	20.902
Probable	16.229
No	2.023.949
Total	2.061.080

Nota: Los niveles “Seguro”, “Probable” y “No” representan la clasificación inicial según el grado de certeza del algoritmo y no equivalen directamente a la variable binaria final. Para construir esta última se aplicaron criterios adicionales de depuración o reclasificación. Como resultado, de los 37.131 registros inicialmente clasificados como “Seguro” o “Probable”, 36.327 fueron considerados positivos finales y 804 fueron excluidos o reclasificados**.**

9. Uso recomendado en análisis (antes/después)

Variable principal:

transito_agente (seguro + probable): maximiza cobertura manteniendo precisión alta según auditoría.

Análisis de sensibilidad:

repetir métricas usando solo transito_nivel == "seguro" para verificar robustez de resultados sin potenciales casos ambiguos.

3.2.2.2 Procesamiento de categoría Altura

1. Objetivo del procesamiento

Identificar accidentes del trabajo cuyo mecanismo principal corresponde a una caída de la persona desde un nivel superior, coherente con el foco evaluativo de los cursos CERC asociados a trabajo en altura. Dado el impacto de los falsos positivos en tasas y comparaciones antes/después, el criterio de diseño privilegia precisión y trazabilidad por sobre cobertura.

2. Evaluación de etiquetas disponibles

Se revisaron dos fuentes de etiquetado disponibles para la categoría altura:

Etiquetas originales entregadas por la fuente (marca de altura). En una auditoría manual inicial de 100 registros marcados como positivos, solo 46 cumplían el criterio operativo definido para este estudio (precisión ≈ 46%).

Muestra etiquetada manualmente por contraparte (archivo Muestra_Altura_Final_Limpia_7). Se auditó una muestra balanceada de 100 positivos y 100 negativos. Bajo el criterio operativo del estudio, se observaron falsos positivos concentrados en la clase positiva (por ejemplo, eventos donde se menciona altura pero el mecanismo principal no es una caída desde altura relevante para el curso). No se observaron falsos negativos en la muestra negativa auditada.

Estos resultados evidencian desalineación entre las etiquetas disponibles y el objetivo del análisis, particularmente por la inclusión de casos de "caída" que no representan exposición a trabajo en altura o no tienen el mecanismo principal esperado.

Ejemplos típicos de disenso observados en la muestra de Altura (casos etiquetados como 1 por la fuente/contraparte, pero excluidos según el criterio operativo de este estudio):

- Caídas de objetos (material/herramienta que cae y golpea al trabajador), sin caída de la persona desde un nivel superior.
- Caídas de mismo nivel (resbalón/tropiezo en piso plano, vereda o interior de instalaciones), que corresponden a otro mecanismo.
- Eventos asociados a vehículos (caer al bajar/subir de camioneta/bus, o golpes/atrapamientos con puertas/maletero), donde el foco no es trabajo en altura ni condiciones de elevación/andamios/escalas/plataformas elevadas.

En contraste, los casos alineados al objetivo del curso suelen describir caída de persona desde escala/andamio/techo/plataforma, o precipitación desde un nivel superior con altura explícita (p.ej., metros) y actividad de trabajo en altura.

3. Decisión metodológica

Dado que las etiquetas disponibles no representan de forma consistente el criterio del estudio y se requiere explicabilidad, se optó por un enfoque basado en reglas explícitas (regex), con auditoría humana iterativa, versionamiento y congelamiento ("freeze") de la versión final.

En esta categoría no se prioriza entrenar modelos Transformers en esta etapa, porque:

(i) las etiquetas disponibles no representan de forma consistente el criterio del estudio;

(ii) el lenguaje de los relatos es altamente coloquial y específico del entorno laboral, lo que dificulta la transferencia directa de modelos preentrenados sin un set de entrenamiento alineado; y

(iii) se requiere explicabilidad del criterio para sustentar decisiones con la contraparte.

4. Datos de entrada para la construcción y auditoría de reglas

Para el diseño y validación de reglas se utilizaron:

(i) El universo de accidentes del trabajo 2011–2024 con casos únicos (caso_id_caso) y relatos;

(ii) Para el diseño y ajuste se utilizaron muestras de auditoría generadas desde el mismo universo, bajo un esquema reproducible (semilla fija), registrando en planilla el juicio humano y la tipificación de errores.

5. Definición operativa y estructura de reglas.

Definición operativa del estudio (caso positivo)

Para este estudio, un caso positivo de "riesgo altura" corresponde a una **caída de la persona** desde un nivel superior, en contexto de trabajo en altura, donde el mecanismo central del evento es la precipitación a un nivel inferior (p. ej., desde: escala, andamio, techo, plataforma fija o móvil, entrepiso, poste, estructura, edificación).

Referencia técnica y normativa

No existe una altura única universalmente aplicable para definir "trabajo en altura"; en guías formativas asociadas a OIT/Cinterfor se utiliza como referencia práctica la necesidad de protección frente a caídas donde la distancia puede producir lesión, y se emplea el umbral de 2 metros como referencia frecuente en construcción (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 1988).

En Chile, SUSESO considera "accidente grave" la caída desde 1,8 metros o más (criterio usado para medidas inmediatas como suspensión de faena), y el ISP señala que existe riesgo de caída cuando se trabaja sobre una superficie o plataforma a 1,8 metros o más, o cuando una altura menor igualmente puede causar lesión grave.

Nota metodológica: estos umbrales se usan solo como marco de referencia del riesgo; las reglas se basan en el mecanismo y el contexto descrito en el relato (no en exigir "metros" en el texto), para evitar sesgos por subregistro de la altura.

Las reglas se estructuraron en patrones regex por grupos:

1. Evento de caída de la persona: caer/caída/precipitar(se)/desplomar(se) y variantes; se diferenciaron señales más estrictas y señales más permisivas para fines exploratorios.
2. Contexto de altura: andamio, techo/azotea/techumbre, plataforma, entrepiso, poste/torre/postación, estructura/edificación y expresiones equivalentes. Se incorporó tratamiento específico de "escalera", dada su ambigüedad en relatos (escalera de trabajo vs escalera estructural de edificio).

3. Evidencia de verticalidad cuando exista: metros, pisos, “al vacío”, “a nivel inferior”, “desde altura”. Esta evidencia se usa como soporte (no como requisito universal).
4. Exclusiones para proteger precisión: caídas de objetos, caídas de mismo nivel, contexto vehículo sin trabajo en altura, eventos de golpe/atrapamiento sin caída, y contextos administrativos o preventivos sin evento (p.ej., “para evitar caídas”).

6. Plan de auditoría, selección de muestras y métricas:

La validación se realizó mediante auditoría humana en planillas estandarizadas, con menús de tipificación de error y campos de observación. Se trabajó con dos subconjuntos de interés:

- “Seguro”: casos que cumplen simultáneamente evento de caída + evidencia de verticalidad + contexto de altura, y no activan exclusiones.
- “Delta/Probable”: casos que cumplen criterios más amplios (candidatos), utilizados solo para análisis y aprendizaje de patrones de error.

En la versión final congelada (V41), la auditoría formal arrojó:

- Seguro (n=200): precisión 0,96 (192/200), IC95% Wilson 0,923–0,980.
- Delta/Probable (n=200): precisión 0,68 (136/200), IC95% Wilson 0,612–0,741.

La distribución de falsos positivos se concentró principalmente en caídas de mismo nivel y eventos de golpe/atrapamiento sin caída, lo que confirma la necesidad de mantener un “seguro” estricto para uso productivo.

El proceso de validación sigue un ciclo de mejora continua de cuatro etapas. Primero se selecciona una muestra de casos críticos, es decir, registros que presentan ambigüedad o donde el algoritmo muestra mayor incertidumbre. Luego estos casos son revisados mediante una auditoría humana, lo que permite identificar y clasificar los errores para mejorar las reglas del sistema.

Una vez realizados los ajustes, las reglas se “congelan” en una versión estable, almacenándolas en un archivo JSON junto con un identificador único (hash) que permite asegurar que la versión utilizada no ha sido modificada.

Este proceso se repite de forma iterativa hasta que el sistema alcanza los niveles de desempeño definidos como aceptables, en particular una precisión igual o superior al 95 %.

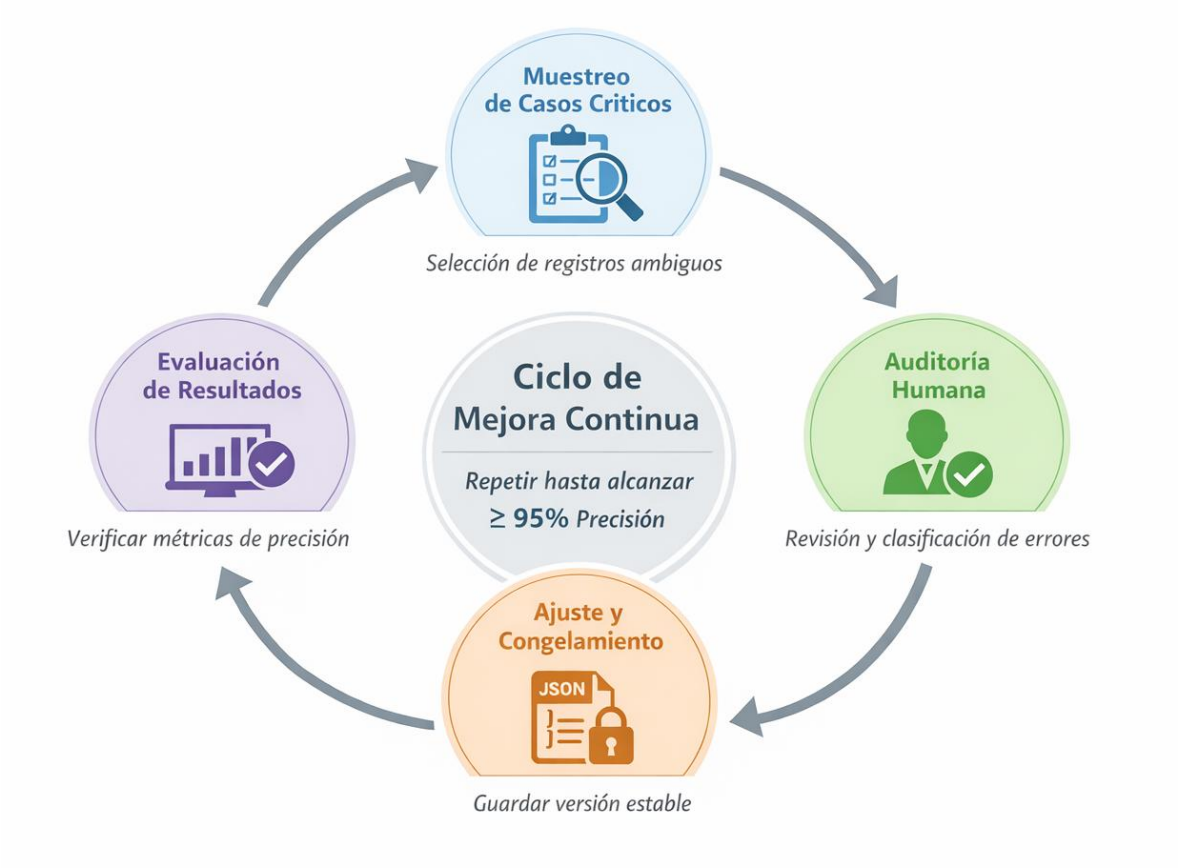


Figura 3. Ciclo de iteración del modelo generado por reglas.

Nota: En la categoría Altura, el criterio de aceptación se definió principalmente por precisión del subconjunto seguro; el recall se monitoreó como indicador secundario de cobertura.

7. Congelamiento y salida a producción

Dado que el objetivo evaluativo requiere alta confiabilidad, se definió como etiqueta productiva únicamente el subconjunto "Seguro" (altura_segura_v41). La versión final se congeló mediante un archivo JSON con: definición, parámetros, expresiones regex, timestamp y hash SHA-256, asegurando integridad, trazabilidad y reproducibilidad. La salida productiva consiste en un parquet con todos los casos positivos seleccionados desde la base matriz y un CSV liviano (id/año/relato) para trazabilidad y revisión.

8. Resultado del procesamiento

Tabla 7. Resultados del procesamiento para identificación de casos de trabajo en altura

Métrica	Valor
Total registros	2.061.080
Casos altura_segura	6.488
Casos altura_probable	12.936
Muestra auditoría seguro	200
Muestra auditoría delta	200

9. Uso en el análisis

Para los análisis del estudio se utiliza como variable principal **altura_segura_v41**, que identifica 6.488 casos en los cuales el mecanismo del accidente corresponde a una caída de la persona desde un nivel superior en contexto de trabajo en altura. Esta decisión metodológica prioriza alta precisión y consistencia del criterio, reduciendo el riesgo de falsos positivos que podrían distorsionar las estimaciones de tasas y las comparaciones antes/después asociadas a los cursos CERC.

Los resultados se analizaron utilizando este subconjunto como indicador operativo de accidentes vinculados a trabajo en altura, manteniendo coherencia con el enfoque adoptado en las etapas de construcción, auditoría y congelamiento de las reglas.

3.2.2.3 Procesamiento de categoría riesgos de Contacto Eléctrico

1. Objetivo del procesamiento (Contacto eléctrico)

Identificar accidentes del trabajo cuyo agente/mecanismo principal corresponde a contacto eléctrico (descarga, electrocución o exposición eléctrica relevante), de forma consistente con el objetivo de evaluación de cursos CERC asociados a riesgo eléctrico.

2. Evaluación de la muestra etiquetada manualmente

Se utilizó el archivo Muestra_Eléctrico_Final_Limpia_nueva (n=794) como referencia. Se auditó una muestra aleatoria de 200 registros marcados como positivos, obteniendo 198 coincidencias con el criterio operativo del estudio (precisión ≈ 99%). Adicionalmente, se auditó una muestra de 100 registros marcados como negativos, con 99 coincidencias (≈99%).

Estos resultados evidencian una concordancia muy alta entre el etiquetado manual disponible y el criterio del estudio, con bajo riesgo de sesgo por falsos positivos o por errores sistemáticos de clasificación.

3. Evolución Metodológica y Decisión Final

Originalmente, se exploró el uso de modelos de lenguaje pre-entrenados (**BERT/BETO**) para el escalamiento a la base masiva (2.061.080 registros) obteniéndose lo siguiente:

Negativos _seguro: 1.878.414

Zona gris: 180.411

Positivos seguro: 2.255

Sin embargo, tras un alto costo de cómputo (4h 40min de inferencia en GPU Nvidia 4070 ti), los resultados fueron deficientes: el modelo tendió a la sobre-generalización, clasificando como positivos accidentes mecánicos solo por la mención de herramientas "eléctricas" o contextos administrativos (ej. licencias electrónicas).

Ante la necesidad de alta Precisión para el cálculo de tasas, se descartó el enfoque de Deep Learning y se desarrolló un Motor de Reglas de Proximidad Sintáctica (Versión 7). Esta técnica redujo el ruido en un 90% comparado con modelos estadísticos y permitió un control total sobre la lógica de inclusión.

Evidencia de Inoperancia de Modelos Pre-entrenados (BETO)

La auditoría realizada sobre la zona de máxima confianza del modelo Transformers (*positivos seguro*) reveló resultados críticos que desaconsejan su uso para este dominio:

- Tasa de Error: se registró una proporción de falsos positivos del 96%. Solo 6 de cada 150 casos identificados por la IA correspondían efectivamente a un contacto eléctrico.
- Naturaleza del Fallo: el modelo no logró distinguir el instrumento (ej. "taladro eléctrico") del mecanismo de lesión (ej. "electrocución o golpe eléctrico o golpe de corriente"). Esta limitación generaría una sobreestimación de la accidentabilidad y distorsionaría las decisiones de política pública o corporativa basadas en estos datos.

Este resultado es coherente con un fenómeno conocido como "Sobreajuste Semántico" o "Alucinación por Contexto". Al ser modelos entrenados con lenguaje general (Internet, Wikipedia, libros), BETO "aprende" que la palabra *eléctrico* es importante, pero no entiende *la física del accidente*. Para el modelo, "sierra eléctrica" y "descarga eléctrica" son gemelos semánticos, cuando para un experto en seguridad son eventos totalmente distintos.

Conclusión de Auditoría: Los modelos tipo Transformers, a pesar de su eficiencia en otros ámbitos, no resultaron adecuados, sin ajuste específico de dominio, para la clasificación de accidentes eléctricos en este conjunto de datos.

En contraposición, el desarrollo de una heurística basada en Proximidad Sintáctica (V7) permitió alcanzar una precisión del 98%. Mientras la IA falló por su incapacidad de entender la sintaxis del relato, las reglas de proximidad blindaron el proceso, asegurando que solo se contabilizaran eventos donde el contacto con la energía fuera el protagonista.

4. Definición Operativa, Trazabilidad y Criterios

4.1 Fuentes de datos y campos relevantes

El proceso final se ejecutó sobre el dataset acc_trabajo_2011_2024_casos_unicos.parquet, utilizando la columna "relato" como fuente de verdad. La lógica de clasificación fue "congelada" en un archivo JSON (electrico_rulesV7_2025-12-30_freeze.json) para garantizar la trazabilidad y reproducibilidad del estudio.

4.2 Definición operativa: Inclusión y Criterio de Arco

Se considera “contacto eléctrico” cuando el evento describe:

- Contacto Directo: Descarga, electrocución o paso de corriente por el cuerpo.
- Proximidad Sintáctica: Relatos donde un verbo de contacto (dio, tomó, recibió) se encuentra a una distancia máxima de 4 palabras de un sustantivo eléctrico (corriente, tensión, fase).
- Criterio de Arco Eléctrico (Soldadura): Se incluyeron explícitamente los efectos de arco eléctrico de soldadores. Aunque en estos casos la lesión inmediata pueda ser actínica (daño ocular por luz UV) o térmica sin contacto galvánico, se determinó que la fuente de energía eléctrica es el agente causal primario, siendo consistente con la prevención de riesgos del sector CERC.

4.3 Definición operativa: Exclusiones (Blindaje de Precisión)

Para asegurar una precisión cercana al 100%, el motor de reglas aplicó "escudos" automáticos contra:

- Falsos Positivos Logísticos: Casos de "carga y descarga" de materiales (esfuerzo físico) que no involucran energía.
- Ruido Administrativo: Menciones a "licencia electrónica", "correo electrónico" o trámites digitales.
- Violencia: Asaltos con armas blancas o de fuego que no representan riesgo eléctrico.

5. Procesamiento Masivo y Auditoría de Producción (V7)

El procesamiento de los 2.061.080 registros mediante el motor de reglas V7 tomó solo 23 segundos en WSL, demostrando una eficiencia operativa superior.

Resultados de la clasificación masiva:

- Casos Eléctricos Identificados: 5.382 registros.
- Consistencia Histórica: El volumen detectado es coherente con la baja frecuencia y alta criticidad esperada para este riesgo en un periodo de 14 años.

5.1 Validación de Resultados (Auditoría de Producción)

Para validar la efectividad en el "mundo real", se extrajo una muestra aleatoria de 150 casos de los 5.382 detectados.

- Precisión Observada: Se confirmó una precisión de ~ 96% (donde 144 de 150 casos fueron positivos reales tras revisión experta).
- Conclusión de Auditoría: Los casos identificados como falsos positivos fueron marginales y no alteran la tendencia estadística, validando la robustez del motor de reglas de proximidad frente a la ambigüedad del lenguaje natural.

6. Congelamiento y salida a producción

Para garantizar la integridad de los datos y la reproducibilidad de los resultados a futuro, se procedió a realizar un "congelamiento" (freeze) tanto de la lógica de negocio como de los artefactos tecnológicos generados.

6.1. Congelamiento de Lógica (JSON Artifact)

La inteligencia del clasificador V7 no reside en el código ejecutable, sino en un archivo de configuración externo denominado electrico_rulesV7_2025-12-30_freeze.json.

Propósito: Este archivo contiene las expresiones regulares, las ventanas de proximidad (distancia de 4 palabras) y los filtros de exclusión validados.

Trazabilidad: Al estar desacoplado del código, cualquier auditoría futura puede verificar los criterios de inclusión/exclusión exactos utilizados para generar los 5.382 casos positivos, asegurando que el proceso sea determinista y auditable.

6.2. Procesamiento Masivo de Producción

Una vez congeladas las reglas, se realizó la corrida final sobre el universo de 2.061.080 registros únicos (periodo 2011-2024).

Rendimiento: El motor de reglas de proximidad procesó la base completa en 23 segundos (demostrando una eficiencia operativa superior para este tipo de tareas de filtrado técnico).

Resultado Final: Se identificaron 5.382 accidentes con etiqueta positiva para riesgo eléctrico.

7. Métricas de validación

La validación final del modelo se realizó mediante una auditoría manual de 150 registros seleccionados aleatoriamente entre los 5.382 casos identificados por el algoritmo. La revisión experta confirmó 144 casos positivos y detectó seis falsos positivos, lo que corresponde a una precisión de producción del 96 %.

Los casos confirmados incluyeron contactos eléctricos directos e incidentes por arco eléctrico asociados a procesos de soldadura. Estos resultados respaldan la capacidad del motor de

reglas de proximidad para identificar accidentes eléctricos en grandes volúmenes de relatos, manteniendo una proporción reducida de falsos positivos.

En comparación con el modelo de lenguaje general evaluado durante el desarrollo, el motor de reglas presentó un mejor desempeño para esta tarea específica. No obstante, esta comparación debe interpretarse como evidencia interna del proceso de desarrollo y no como una evaluación general del desempeño de ambos enfoques.

Los activos técnicos resultantes —archivo JSON de reglas, script de ejecución y muestra de auditoría con marca de tiempo— quedaron almacenados en el repositorio del proyecto bajo el estándar de versionamiento V7-2025-12-30. Este procedimiento permite conservar la trazabilidad de los criterios de clasificación y facilita la reproducción, auditoría y eventual actualización del procesamiento en nuevos periodos.

8. Resultados del procesamiento

Aplicando las reglas de identificación eléctrica (versión V7) sobre el universo completo de accidentes del trabajo 2011–2024 se identificaron 5.382 casos asociados a eventos eléctricos, lo que corresponde a 0,26% del total de registros analizados (2.061.080). El resto de los casos (2.055.698) no activó los patrones definidos para esta categoría.

3.2.2.4 Resumen de los 3 tipos de riesgo etiquetados

Tabla 8. Resumen del proceso de etiquetado por categoría de riesgo

Riesgo	Casos identificados (n)	Universo analizado	% del total	Tamaño muestra auditoría	Precisión
Tránsito (seguro)	20.902	2.061.080	1,01%	100	100%
Tránsito (probable)	16.229	2.061.080	0,79%	100	95–96%
Altura (seguro V41)	6.488	2.061.080	0,31%	200	96%
Eléctrico (rules V7)	5.382	2.061.080	0,26%	200	>95%*

* Precisión estimada mediante revisión manual exploratoria

La Tabla 8 resume los resultados del proceso de etiquetado basado en reglas para cada categoría de riesgo. Se reporta el número de casos identificados en el universo de accidentes del trabajo 2011–2024 y la precisión estimada a partir de auditorías humanas realizadas sobre muestras aleatorias reproducibles. En los casos donde se definieron niveles de confianza (p. ej., tránsito), se reportan separadamente. El universo corresponde a todos los accidentes que venían clasificados en la categoría de accidentes del trabajo

3.2.3. Procesamiento y normalización de la masa de trabajadores (denominadores)

Para la construcción de las tasas de accidentabilidad específica, se realizó un proceso de auditoría, limpieza y normalización de la base de datos MASA_TRABAJADORES.csv, la cual contiene el registro mensual de la dotación de las empresas adherentes entre los años 2011 y 2025.

1. Diagnóstico de Calidad y Limpieza de Outliers

Se analizó un universo inicial de 13.506.339 registros mensuales. El análisis de integridad reveló una alta calidad de los datos (0% de valores nulos), detectándose únicamente dos registros anómalos (uno con valor cero y uno con valor negativo).

A pesar de su baja incidencia estadística, y con el fin de garantizar la pureza de los denominadores, se aplicó el siguiente protocolo de tratamiento de outliers:

- Imputación por Moda: Para registros con masa = 0 se procedió a imputar el valor de la moda de la dotación de la misma empresa dentro del mismo año calendario.
- Criterio de Exclusión: En aquellos casos donde el registro anómalo era el único dato disponible para la empresa en dicho año (imposibilitando el cálculo de la moda o promedio), el registro fue eliminado para evitar sesgos en el cálculo de tasas.

2. Normalización y Anualización

Dado que la frecuencia de accidentes se analizará en ventanas temporales de mediano plazo (12 meses PRE / 24 meses POST), se procedió a la anualización de la masa.

- Regla de Negocio: La masa anual por empresa se calculó como el promedio de los meses reportados en cada año, ignorando periodos de no reporte.
- Resultado: Se generó el dataset maestro *MASA_ANUAL_NORMALIZADA_DIC25.parquet*, consolidando la información en registros únicos de "Empresa-Año".

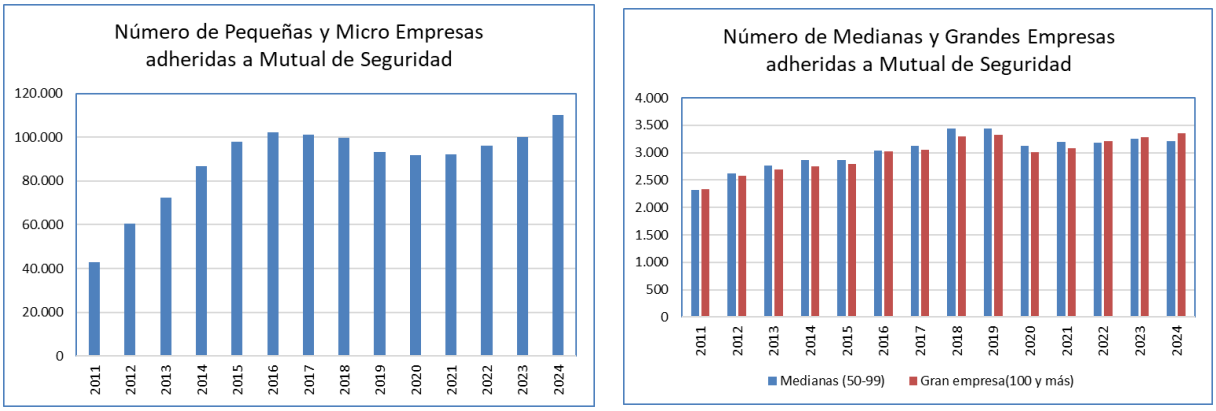


Figura 4. Evolución del número de empresas adheridas a Mutual de Seguridad (2011–2024).

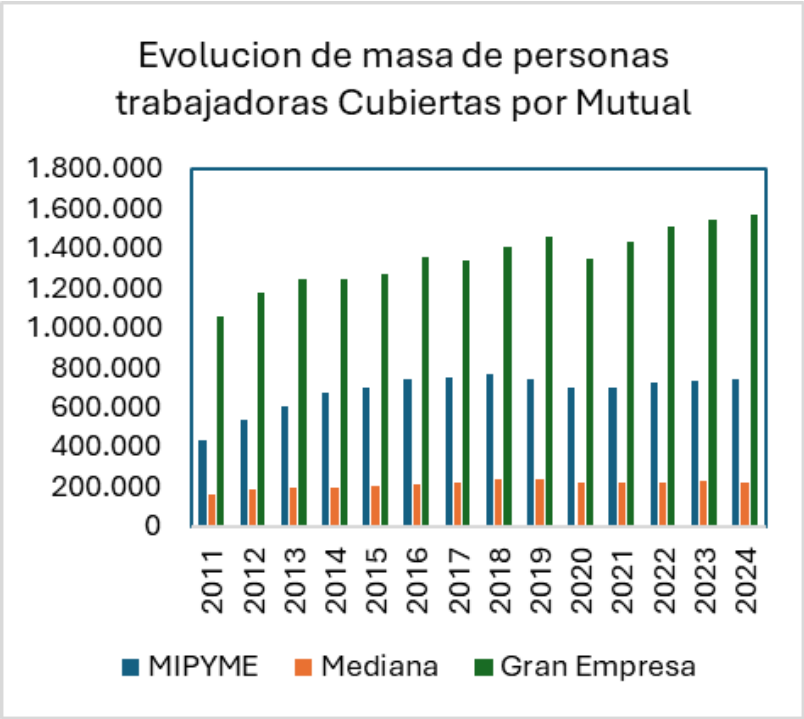


Figura 5. Evolución anual de personas trabajadoras cubiertas según tamaño de empresa (2011–2024).

3. Segmentación Estructural por Tamaño de Empresa

Para cumplir con el objetivo de evaluar la efectividad de los cursos según la capacidad preventiva de las organizaciones, se definió una segmentación basada en la dotación promedio anual:

Tabla 9. Clasificación de empresas según tamaño de dotación promedio anual

Categoría	**Rango de Trabajadores (Promedio Anual)**
Micro y Pequeña	1 a 49 trabajadores
Mediana	50 a 99 trabajadores
Gran Empresa	100 o más trabajadores

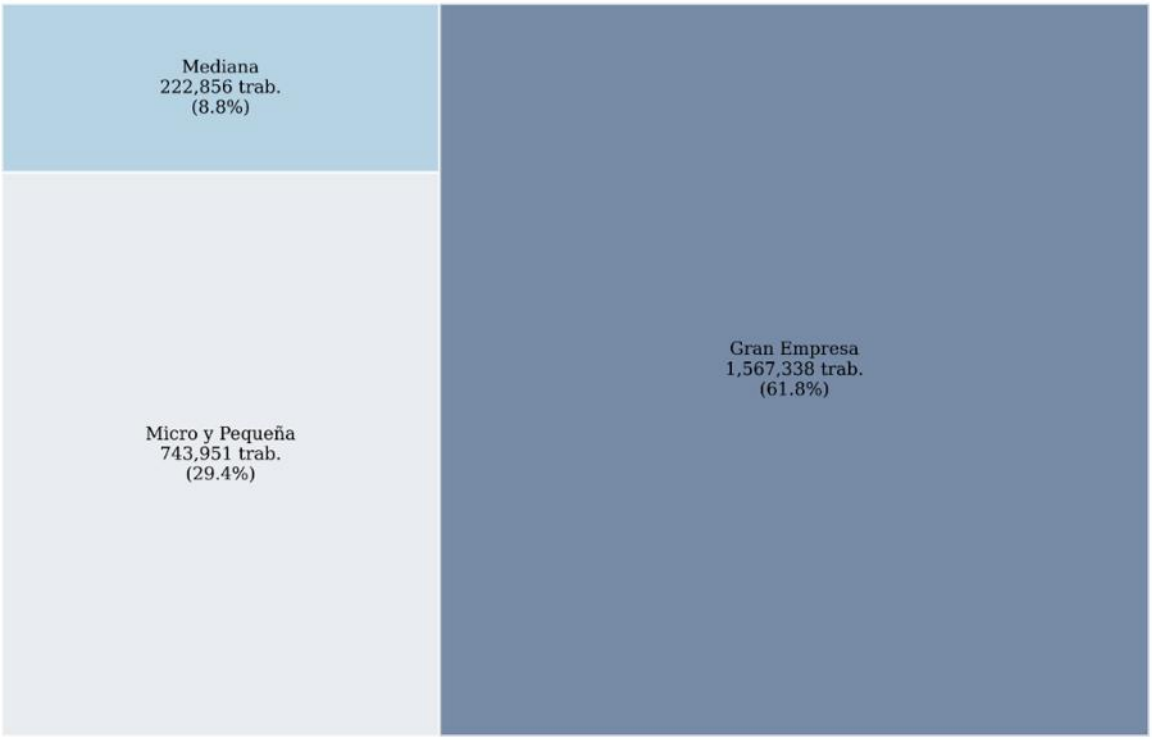


Figura 6. Distribución de la masa de trabajadores según segmento empresarial, 2024

4. Hallazgos Demográficos (Periodo 2011-2024)

El análisis estructural del dataset normalizado (excluyendo el año 2025 por estar fuera del alcance del estudio) arrojó un contraste fundamental para la interpretación de resultados:

- Distribución por Entidades: El universo de Mutual de Seguridad está compuesto mayoritariamente por Micro y Pequeñas empresas (93,67%), mientras que las Medianas y Grandes representan cada una un poco más del 3% de las entidades.
- Concentración de la Exposición (Masa Crítica): Se observa un fenómeno de concentración de trabajadores, donde la Gran Empresa, a pesar de ser un grupo minoritario en cantidad de adherentes, concentra históricamente la mayor proporción de la masa total de trabajadores. Por ejemplo, al cierre de 2024, las empresas de más de 100 trabajadores concentran el 61.4% de la masa total, mientras que las Micro y Pequeñas (el 93% de las empresas) solo representan el 28.4% del volumen de trabajadores.

Este contraste estructural justifica metodológicamente el análisis segmentado, reconociendo que la intervención de capacitación en la Gran Empresa impacta en el segmento de mayor concentración de personas expuestas al riesgo.

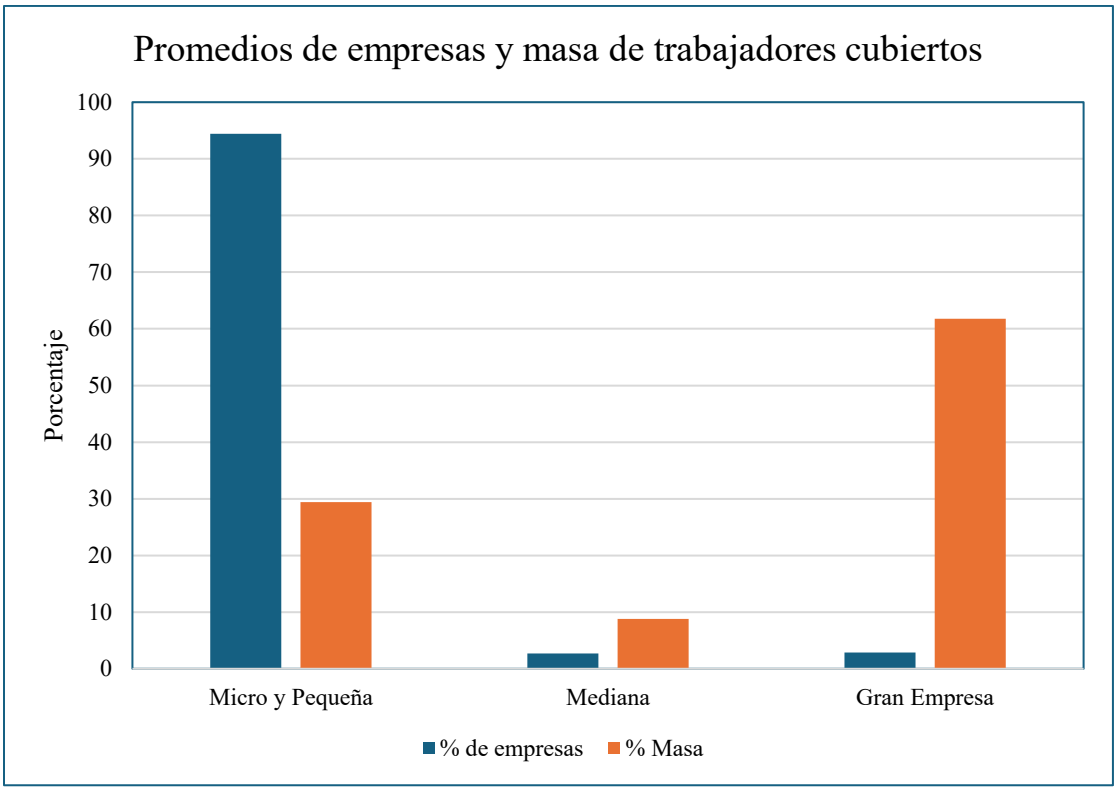


Figura 7. Contraste entre el porcentaje de empresas de cada segmento y el porcentaje de la masa de trabajadores (promedio del período 2011–2024).

3.2.4. Procesamiento y normalización de la base de capacitaciones

En esta sección se describe el tratamiento aplicado al conjunto de datos de capacitaciones (archivo CURSOS_anonimizado.xlsx), cuyo objetivo fue identificar y aislar las intervenciones preventivas críticas del programa CERC.

1. Filtrado por Modalidad y Pertinencia

El universo inicial de capacitaciones contenía diversas modalidades de instrucción. Para efectos de este estudio, se aplicó un filtro restrictivo para conservar únicamente los cursos presenciales. Esta decisión metodológica se fundamenta en que la formación presencial, especialmente en riesgos críticos, permite una interacción directa y una evaluación práctica que se asumen como el estándar de mayor impacto conductual en la seguridad laboral. Tras este proceso, la base se consolidó en 27.964 registros de asistencia.

2. Segmentación por Riesgos Críticos

Dada la heterogeneidad en los nombres de los cursos, se implementó un proceso de clasificación basado en palabras clave y validación experta. Los registros fueron etiquetados en tres categorías de riesgo crítico, fundamentales para el análisis de siniestralidad:

Trabajo en Altura: Incluye cursos relacionados con andamios, arneses, trabajo en postes y verticalidad.

Riesgo Eléctrico: Comprende formación en baja/alta tensión, protocolos LOTO (bloqueo) y control de energía.

Seguridad con vehículos (Tránsito): Agrupa capacitaciones de manejo defensivo, conducción de vehículos pesados, motocicletas y simuladores.

3. Normalización y Consolidación de Unidades de Intervención

Para evitar el sesgo de representación por volumen de asistentes (donde empresas grandes podrían sobreestimar la frecuencia de intervención), se transformó la base de "asistentes individuales" a "unidades de intervención organizacional".

Se definió el hito T_0 como la fecha de inicio de la intervención para cada empresa en un riesgo específico. Este proceso consistió en agrupar los datos por número de adherente y categoría de riesgo, seleccionando la fecha del primer curso registrado entre los años 2021 y 2024. El resultado de esta normalización arrojó la siguiente distribución de unidades de análisis:

Tabla 10. Empresas únicas encontradas en la base de datos de asistentes a cursos

Categoría de Riesgo	Unidades de Intervención (Empresas Únicas T0)
Trabajo en Altura	1.220
Riesgo Eléctrico	686
Seguridad Vial (Tránsito)	330
Total Intervenciones	2.236

4. Control de Calidad y Limpieza de Texto

Finalmente, se aplicaron técnicas de normalización de cadenas de texto (stripping y case-folding) para eliminar duplicidades causadas por espacios en blanco o caracteres especiales en las etiquetas de clasificación. Se excluyeron los registros correspondientes al año 2025 para mantener la coherencia con el periodo de observación de siniestralidad disponible al momento del cierre del estudio (diciembre 2024).

Resultados de la Caracterización de la Muestra

Tras el proceso de limpieza y consolidación de datos, se procedió a caracterizar el universo de estudio. Este análisis permite dimensionar la cobertura del programa y validar la representatividad de las empresas según su tamaño y el momento de su ingreso al programa.

La Tabla 11 detalla la distribución de las **2.236 unidades de intervención** (binomio Empresa-Riesgo) identificadas. Es relevante notar que la presencia de casos categorizados como **"Sin Dato de Masa" (5,3%)** se atribuye a la dinámica natural de la cartera de adherentes. Este fenómeno responde a empresas que, tras participar en los programas de capacitación, pudieron haber experimentado un cese de actividades, fusiones legales con

cambio de RUT, o procesos de traslado hacia otras mutualidades antes de la consolidación de los registros anuales de masa laboral. Lejos de representar una degradación de la calidad de la información, estos casos reflejan la rotación real del mercado laboral durante el periodo 2021-2024.

Tabla 11. Resultados de la distribución de empresas que participaron en cursos según categoría MIPYME. Mediana y Gran Empresa

Año de Inicio (T0)	Micro y Pequeña (<50)	Mediana (50-100)	Gran Empresa (>100)	Sin Dato de Masa*	Total Anual	% del Total
2021	13	1	2	0	**16**	0,7%
2022	132	39	238	9	**418**	18,7%
2023	420	170	660	74	**1.324**	59,2%
2024	157	75	211	35	**478**	21,4%
Total General	**722**	**285**	**1.111**	**118**	**2.236**	**100%**
Distribución %	**32,3%**	**12,7%**	**49,7%**	**5,3%**	**100%**	

* Empresas que no registraron masa salarial en el año de inicio de la capacitación (posible cierre, cambio de mutualidad o desfase administrativo).

La presencia de unidades de intervención categorizadas como 'Sin Dato de Masa' (X%) se atribuye a la dinámica natural de la cartera de adherentes. Este fenómeno responde a empresas que, tras participar en los programas de capacitación, pudieron haber experimentado un cese de actividades, fusiones legales con cambio de RUT, o procesos de traslado hacia otras mutualidades antes de la consolidación de los registros anuales de masa laboral. Lejos de representar una degradación de la calidad de la información, estos casos reflejan la rotación real del universo de empresas protegidas durante el periodo 2021-2024.

Análisis de la Composición de la Muestra

- Predominancia de la Gran Empresa: Casi la mitad de las intervenciones del CERC (49,7%) se concentran en grandes empresas (más de 100 trabajadores). Esto sugiere que el programa tiene una penetración alta en organizaciones con estructuras de seguridad más robustas.
- El "Efecto 2023": El año 2023 fue el periodo de mayor actividad, concentrando casi el 60% de todas las nuevas empresas intervenidas. Esta concentración entrega un volumen sólido de datos para el análisis pre/post, aunque también implica que el efecto del programa puede confundirse con otros cambios ocurridos ese mismo año.
- Calidad de Datos: Solo un 5,3% de la muestra cayó en la categoría "Sin Dato de Masa". Este valor es bajo y aceptable para este tipo de estudios longitudinales, lo que respalda la integridad de las fuentes de información utilizadas.

3.2.5. Análisis de Siniestralidad por Riesgo Crítico

El análisis de la siniestralidad se basa en la identificación de accidentes laborales vinculados directamente a los tres riesgos críticos del programa CERC. Para maximizar la precisión de clasificación, no se utilizaron únicamente los códigos estructurados (p. ej., forma del accidente), sino que se aplicó procesamiento de lenguaje natural sobre el relato del evento, mediante reglas semánticas específicas por riesgo descritas en la sección 3.2.2.

La evaluación se estructura a nivel de empresa. Para cada riesgo crítico se construyen dos observaciones por empresa: un año relativo PRE (12 meses previos a T0) y un año relativo POST (12 meses posteriores a T0). En cada observación se dispone del conteo de accidentes y de la masa trabajadora expuesta asociada. Dado que el resultado corresponde a conteos y que el diseño es longitudinal pareado (la misma empresa aporta PRE y POST), las pruebas de comparación de medias basadas en supuestos de normalidad (t/ANOVA) o en independencia entre grupos (Mann–Whitney) no constituyen el marco más apropiado.

En su lugar, el análisis principal se realizó mediante modelos de regresión para conteos (Poisson o binomial negativa, según la dispersión observada), incorporando un término offset logarítmico de la masa expuesta para modelar tasas de accidentabilidad y un indicador POST para estimar el cambio relativo respecto del periodo PRE. Para controlar factores no observados constantes en el tiempo a nivel de empresa (potenciales confundentes estructurales), se utilizaron especificaciones con control por empresa (p. ej., efectos fijos) o errores estándar robustos agrupados por empresa. Los resultados se reportarán como razones de tasas (IRR) e intervalos de confianza, tanto para accidentabilidad total como para el subconjunto de accidentes graves/fatales.

3.2.5.1 Siniestralidad por trabajo con vehículos

Bajo la denominación **“Tránsito”**, se agruparon todos los eventos derivados de la interacción de trabajadores con vehículos motorizados. A diferencia de las estadísticas viales convencionales, esta categoría incluye:

- **Eventos en vía pública:** Colisiones, choques, volcamientos o atropellos en calles, carreteras o caminos.
- **Eventos en predios industriales:** Accidentes ocurridos durante el movimiento de vehículos o maquinaria móvil en centros de distribución, bodegas (bajo techo) o patios de maniobras (a cielo abierto).
- **Regla semántica aplicada:** Se identificaron términos clave como "colisión", "atropello", "choque", "retroceso de vehículo", "pérdida de control" y nombres de vehículos específicos (montacargas, camión, camioneta).

3.2.5.2 Siniestralidad por trabajo en altura

Esta categoría comprende los accidentes donde la gravedad es el factor principal de lesión debido a la diferencia de nivel. Se definieron dos subgrupos críticos:

- **Caídas de altura:** Eventos ocurridos desde superficies de trabajo, escalas, andamios, techumbres o postes.
- **Caídas al interior de excavaciones:** Aunque el trabajador esté a nivel de suelo, la diferencia de nivel hacia un foso o zanja se contabiliza bajo este riesgo.
- **Regla semántica aplicada:** La búsqueda se centró en el binomio "caída" + "objeto/lugar" (ej. caída desde andamio, caída desde escala) para diferenciarlo de las caídas al mismo nivel (tropezones).

3.2.5.3 Siniestralidad por contactos eléctricos

Se analizó la exposición a energía eléctrica en todas sus formas. La identificación fue rigurosa para separar el contacto directo del arco eléctrico:

- **Contacto Directo/Indirecto:** Lesiones producidas por el paso de corriente a través del cuerpo al tocar elementos en tensión o masas accidentalmente energizadas.
- **Arco Eléctrico:** Quemaduras o proyecciones causadas por una falla de aislación sin necesidad de contacto físico directo.
- **Regla semántica aplicada:** Se rastrearon términos como "choque eléctrico", "electrización", "arco voltaico", "baja tensión" y "tablero eléctrico".

Para cada uno de estos riesgos, se cuantificó la frecuencia de accidentes en dos ventanas temporales: los 12 meses previos a la intervención (T_{-12} a T_{0}) y los 12 meses posteriores a la misma (T_{1} a T_{12}). Este diseño antes-después permite evaluar el efecto de la capacitación sobre la ocurrencia de eventos específicos en cada empresa de la muestra.

3.2.5.4 Resumen de Siniestralidad Identificada (Línea de Base)

Tras aplicar las reglas semánticas y el filtrado por periodos, se consolidó la base de accidentes específicos para cada cohorte de empresas intervenidas. Dado que los riesgos analizados presentan naturalezas y universos de exposición distintos, la siniestralidad se presenta de forma segmentada por riesgo crítico.

Para cada categoría, la tasa de siniestralidad se calcula como la relación entre el número de eventos detectados y la exposición (masa trabajadora) de las empresas que efectivamente

recibieron capacitación en dicho riesgo. El cruce se realiza mediante el identificador de empresa (adherente), asegurando la trazabilidad entre accidentes y el hito de intervención T_0.

Dado que no se dispone de información en las empresas sobre trabajadores efectivamente expuestos a cada peligro, la exposición se aproxima mediante la dotación total de la empresa (masa). En consecuencia, la tasa de accidentabilidad se calcula utilizando como denominador dicha dotación, lo que permite construir indicadores comparables a nivel agregado entre empresas y periodos.

Cabe hacer notar que este enfoque puede introducir un sesgo de dilución, particularmente en empresas con alta heterogeneidad de funciones, donde el grupo efectivamente expuesto representa solo una fracción de la dotación total. En tales casos, los cambios observados en la tasa podrían subestimar el efecto real de la capacitación sobre el grupo directamente expuesto.

Línea base PRE

Para establecer la línea de base se analizaron los eventos ocurridos durante los 12 meses previos a la fecha de intervención de cada empresa (ventana PRE $[T_0 - 12 \text{ meses}, T_0)$). Dado que las capacitaciones del programa CERC se distribuyeron entre 2021 y 2024, la línea de base no corresponde a un único año calendario, sino a un periodo relativo alineado por empresa.

Tabla 12. Indicadores de siniestralidad en Línea de Base: Accidentabilidad y Masa Expuesta por Riesgo Crítico.

Riesgo Crítico	Accidentes PRE (n)	Masa (N)	Tasa Base (por 100 trabajadores)
Seguridad Vehículos	345	227917	0,1514
Trabajo en Altura	107	539655	0,0198
Contacto Eléctrico	72	362239	0,0199

Nota: La Masa (N) corresponde a la suma de la dotación promedio anual de las empresas que registraron intervenciones en el riesgo respectivo durante el periodo de estudio.

La Tabla 12 presenta los indicadores de línea de base (periodo PRE) para cada riesgo crítico, incluyendo:

(i) el número de accidentes observados en el año previo a la intervención y
(ii) la masa expuesta asociada a las empresas incluidas en el análisis, con el propósito de construir una tasa base de referencia.

El indicador "Accidentes PRE (n)" corresponde al conteo de casos únicos cuya fecha de ocurrencia se ubica dentro de la ventana PRE, tras asignar a cada accidente la fecha T_0de su empresa mediante el Maestro de empresas. La "Tasa Base" se calcula como una tasa agregada

(promedio ponderado por masa): $\sum Acc_{PRE} / \sum Masa \times 100$, y no como un promedio simple de tasas por empresa.

Estos valores constituyen el punto de referencia técnico para evaluar, la efectividad del programa mediante la comparación con la siniestralidad observada en el periodo postintervención.

Distribución temporal de las intervenciones

Tabla 13. Distribución de empresas participantes según año de intervención (hito T_0) y riesgo crítico.

-- DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS POR AÑO DE INICIO (T0) ---					
año_t0	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**Total**
ALTURA	11	166	767	276	1220
ELECTRICO	2	174	404	106	686
TRANSITO	3	78	153	96	330
Total	16	418	1324	478	2236

Como se observa en la Tabla 13, la mayor concentración de intervenciones se produjo en 2023, lo que define la temporalidad del conjunto intervenido. Se identificó además que algunas empresas participan en más de un tipo de intervención (riesgo crítico), por lo que pueden contabilizarse en más de una fila; en consecuencia, el total general corresponde a suma algebraica por riesgo y no a empresas únicas.

Comparación bruta PRE/POST (12 meses antes vs 12 meses después)

Sobre la misma lógica de alineación por T_0, se estimó la siniestralidad en el periodo posterior a la intervención (ventana POST). La Tabla $[T_0, T_0 + 12 \text{ meses})$14 resume los accidentes detectados y las tasas agregadas en PRE y POST para el universo de empresas intervenidas en cada riesgo.

Tabla 14. Comparación bruta PRE/POST: accidentes, masa y tasas agregadas por riesgo crítico.

Riesgo Crítico	Empresas comunes (PRE&POST)	Masa PRE (N)	Masa POST (N)	Accidentes PRE (n)	Accidentes POST (n)	Tasa PRE (por 100)	Tasa POST (por 100	Delta abs (pp)	IRR bruto (POST/PRE)
Seguridad Vehículos	270	196461	192901	314	265	0.1598	0.1374	-0.0225	0.8595

Trabajo en Altura	987	501974	497184	103	65	0.0205	0.0131	-0.0074	0.6371
Contacto Eléctrico	578	339346	332776	67	72	0.0197	0.0216	0.0019	1.0958

Para asegurar comparabilidad, PRE y POST se calcularon sobre el mismo conjunto de empresas con masa disponible en ambas ventanas (universo común).

¿Por qué aparecen datos distintos en la línea base?

La Tabla 14 presenta la línea de base (PRE) y las tasas después de intervención (POST) de siniestralidad para cada riesgo crítico en el universo de empresas intervenidas identificado en el Maestro del programa.

En esta etapa, "Accidentes PRE (n)" corresponde al conteo de casos únicos ocurridos en la ventana $[T_0 - 12 \text{ meses}, T_0)$ de cada empresa. Esta "Tasa Base" se calcula como:

$$\sum Acc_{PRE} / \sum Masa \times 100. \quad (1)$$

Dado que la masa está anualizada y que las ventanas PRE/POST de 12 meses pueden requerir información de años calendario adyacentes, la comparación PRE/POST utiliza un denominador específico por ventana (Masa PRE y Masa POST) y, cuando corresponde, restringe el cálculo a empresas con información suficiente para construir ambas ventanas. En consecuencia, la línea de base debe interpretarse como un indicador descriptivo del nivel pre-intervención del conjunto intervenido, mientras que la comparación PRE/POST se reporta en una tabla separada bajo criterios de comparabilidad temporal y cobertura de masa.

IRR (Incidence Rate Ratio, razón de tasas de incidencia) es una medida de cambio relativo entre dos tasas comparables. En este estudio, el IRR se define como la razón entre la tasa de accidentabilidad del periodo POST y la tasa del periodo PRE, ambas estandarizadas por la masa expuesta:

$$IRR = \frac{\text{Tasa}_{POST}}{\text{Tasa}_{PRE}} \quad (2)$$

Un IRR menor que 1 indica una reducción proporcional de la tasa en POST respecto de PRE (por ejemplo, IRR=0,86 equivale a una disminución aproximada de 14%). Un IRR mayor que 1 indica un aumento proporcional (por ejemplo, IRR=1,10 equivale a un aumento aproximado de 10%), e IRR=1 implica ausencia de cambio relativo. En esta sección, el IRR reportado corresponde a una estimación bruta basada en tasas agregadas (ponderadas por masa) y se utiliza como indicador sintético del cambio pre/post, previo a la modelación inferencial.

Estos resultados constituyen una primera caracterización descriptiva del cambio pre/post en empresas intervenidas. La atribución causal del cambio a la capacitación requiere contrastar estadísticamente la diferencia y, en lo posible, incorporar un contrafactual (empresas no intervenidas) y modelos de conteo con exposición, lo cual se desarrolla en la sección de análisis inferencial.

3.2.5.5. Tendencias históricas

Se analizaron las tendencias de tasas específicas de riesgos con vehículos, trabajos de altura y contactos eléctricos separando las curvas entre empresas intervenidas (las que han participado en los cursos específicos) y las que no han participado. Se extrajeron los accidentes de los archivos etiquetados con cada tipo de accidente y se utilizaron las masas promedios anuales del conjunto de empresas. Hay que considerar que se trata de tasas calculadas sobre el total de trabajadores que no necesariamente están expuestas al riesgo específico. Se muestran las siguientes figuras de cada uno de los riesgos:

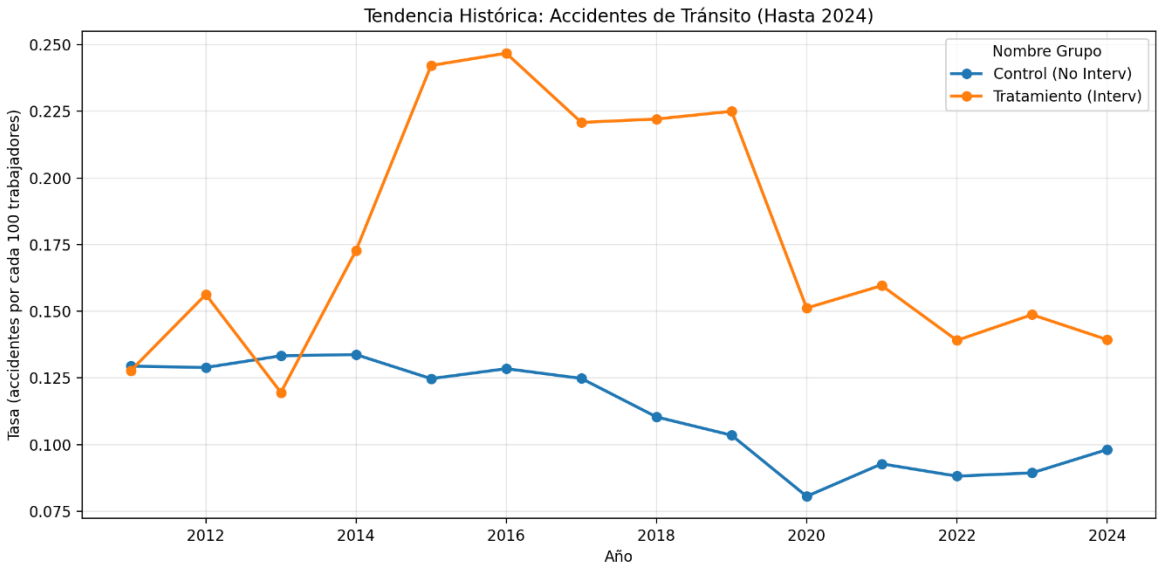


Figura 8. Evolución de las tasas de accidentes con vehículos en empresas que participaron y no participaron en cursos de entrenamiento.

La Figura 8 muestra que el grupo intervenido presenta tasas de accidentabilidad sistemáticamente superiores al grupo de control desde el año 2014. Este fenómeno sugiere un sesgo de autoselección, donde las empresas con perfiles de riesgo más críticos priorizan la capacitación en seguridad vial. Sin embargo, se observa que, tras los periodos de mayor intervención, la brecha tiende a estabilizarse, lo que motiva el análisis de Diferencias en Diferencias para aislar el impacto real de los cursos frente a la tendencia inercial de estas empresas de alto riesgo.

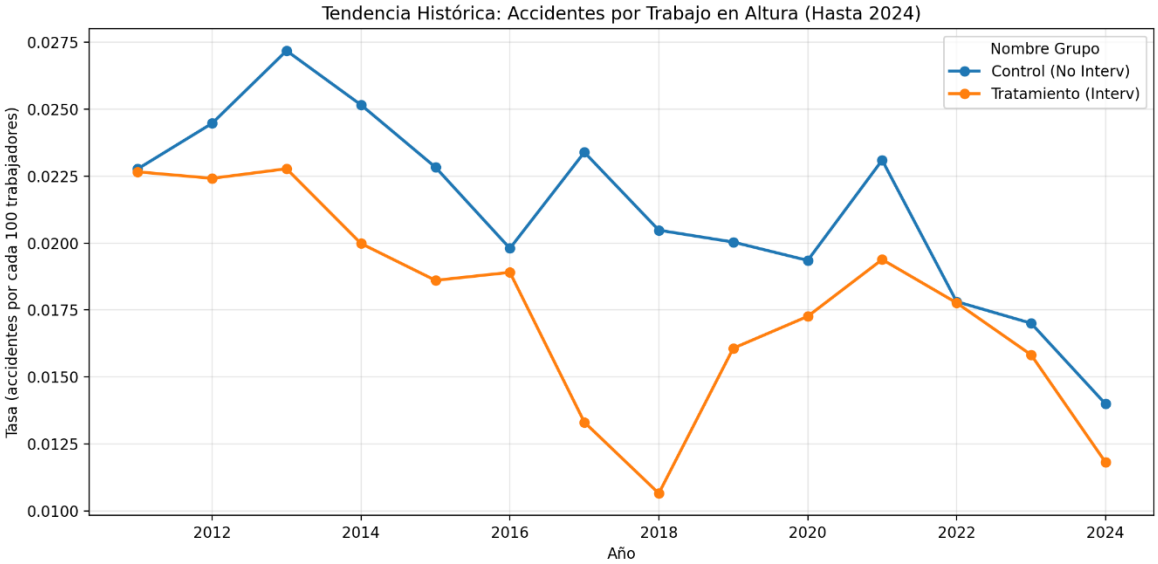


Figura 9. Evolución de las tasas de accidentes por caídas de altura en empresas que participaron y no participaron en cursos de entrenamiento.

A diferencia de lo observado en otros riesgos, la Figura 9 revela que las empresas que participan en los cursos de entrenamiento en altura presentan tasas de accidentabilidad históricamente inferiores a las del grupo de control. Este comportamiento sugiere que el programa CERC de Altura atrae a empresas que ya poseen una cultura preventiva robusta o estándares de seguridad más exigentes. La eficacia del curso, por tanto, debe evaluarse observando si estas empresas logran mantener o profundizar esa ventaja competitiva en seguridad frente a la tendencia al alza del grupo no intervenido.

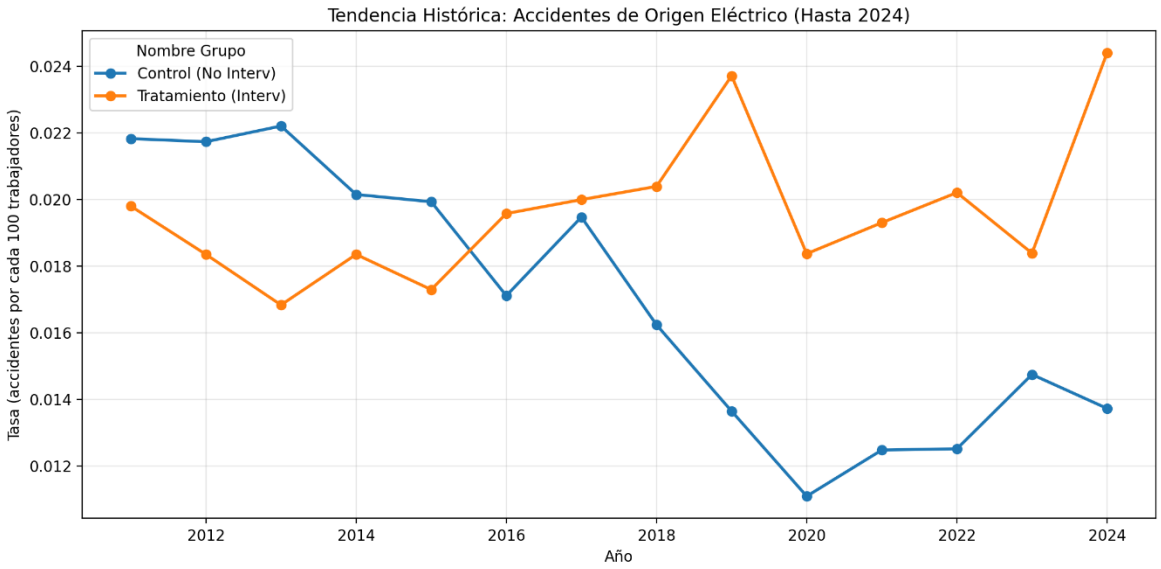


Figura 10. Evolución de las tasas de accidentes por contacto eléctrico en empresas que participaron y no participaron en cursos de entrenamiento.

En cuanto al riesgo eléctrico (Figura 10), la tasa anual agregada de accidentabilidad se ubica en niveles bajos en términos absolutos, del orden de centésimas por cada 100 trabajadores (aprox. 0,011 a 0,025 accidentes por cada 100 trabajadores, equivalente a 0,011%–0,025%). Esta escala es consistente con la naturaleza poco frecuente de este tipo de eventos en registros administrativos, y contrasta con una lectura previa basada en una unidad de medida no comparable.

La Figura 10 muestra, además, que el grupo intervenido presenta de forma sistemática tasas superiores al grupo de control a lo largo del periodo 2011–2024. Este patrón es esperable bajo un criterio de focalización: las capacitaciones CERC tienden a concentrarse en empresas con mayor criticidad basal, por lo que una brecha preexistente entre grupos no debe interpretarse como efecto adverso del programa, sino como evidencia de selección hacia empresas de mayor exposición al riesgo.

Cabe precisar que estas tasas corresponden a un indicador agregado por año calendario, calculado como $\sum accidentes / \sum masa \times 100$dentro de cada grupo (ponderado por la masa), y no como promedio simple de tasas por empresa. En consecuencia, el valor observado refleja la siniestralidad global del conjunto de empresas de cada grupo en ese año, evitando que empresas pequeñas con uno o pocos eventos distorsionen la tendencia.

Finalmente, aunque la identificación de casos se apoya en reglas semánticas sobre el relato (PLN) para mejorar consistencia y reducir subregistro por clasificación genérica, la lectura principal del gráfico es descriptiva: evidencia diferencias basales y evolución temporal por grupo. Sobre esta base, el análisis inferencial (modelos de conteo con offset y enfoque DiD) permite evaluar si, controlando por tendencias generales, existe una variación diferencial PRE/POST atribuible a la intervención.

La incorporación de reglas semánticas basadas en PLN contribuye a refinar el numerador (eventos correctamente atribuidos al riesgo eléctrico) y, por tanto, a mejorar la validez del indicador; sin embargo, no implica por sí misma que el riesgo sea "excepcionalmente elevado", sino que la medición es más específica y comparable.

3.2.5.6 Análisis inferencial del cambio PRE/POST

Para evaluar si la tasa de accidentabilidad cambia entre el año previo y el año posterior a la intervención, se estimó un modelo de regresión para conteos a nivel empresa–periodo (dos observaciones por empresa: PRE y POST), incorporando un offset logarítmico de la masa expuesta y errores estándar robustos agrupados por empresa. La Tabla 14 resume el efecto del periodo POST respecto del PRE mediante la razón de tasas (IRR): valores menores a 1 indican reducción de la tasa post-intervención, valores mayores a 1 indican aumento, y un intervalo de confianza que incluye 1 sugiere ausencia de evidencia concluyente de cambio.

Tabla 15. Razón de tasas (IRR) del periodo POST versus PRE por riesgo crítico (modelo con offset por masa).

Riesgo Crítico	Empresas comunes (PRE&POST)	IRR inferencial (POST vs PRE)	IC95% inf (low)	IC95% inf (high)	p-valor
Seguridad Vehículos	270	0,7959	0,6228	1,0172	0,068142
Trabajo en Altura	987	0,5607	0,3935	0,7988	0,001356
Contacto Eléctrico	578	1,1754	0,767	1,8011	0,45806

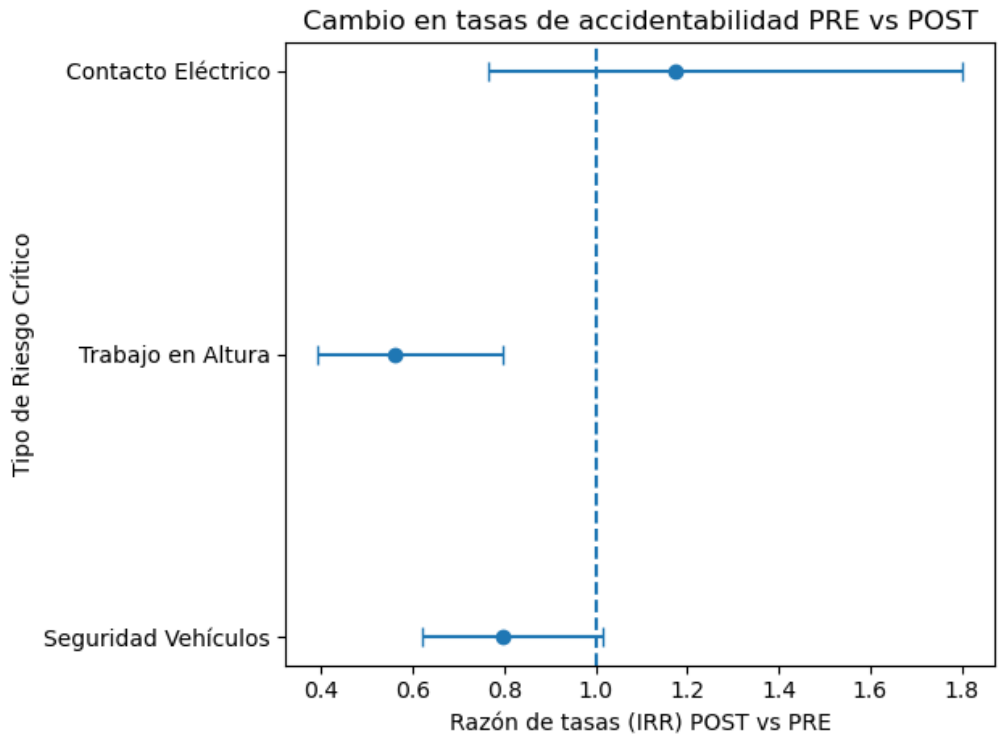


Figura 11. Razón de tasas (IRR) de accidentabilidad POST versus PRE por riesgo crítico.

Nota: Los puntos representan la razón de tasas estimada (IRR) y las barras los intervalos de confianza al 95%. La línea vertical en IRR = 1 indica ausencia de cambio entre periodos.

Interpretación

- En Seguridad Vehículos se observa una disminución estimada de la tasa (IRR=0.796), aunque con evidencia estadística marginal (IC95% 0.623–1.017; p=0.068).
- En Trabajo en Altura se observa una reducción significativa (IRR=0.561; IC95% 0.394–0.799; p=0.001), equivalente a una disminución aproximada de 44% en la tasa post-intervención.
- En Contacto Eléctrico no se detecta un cambio estadísticamente significativo (IRR=1.175; IC95% 0.767–1.801; p=0.458). La sobredispersión observada justificó el uso de especificaciones tipo binomial negativa.

Notas:

1. La sobredispersión observada en los conteos justificó el uso de especificaciones tipo binomial negativa.

2. En estudios de seguridad ocupacional y epidemiología laboral, cuando los eventos de interés son infrecuentes, se recomienda utilizar periodos de agregación suficientemente amplios para obtener estimaciones estables de tasas. Dado que los accidentes asociados a riesgos críticos presentan baja frecuencia y una alta proporción de conteos cero en intervalos

cortos, se empleó una ventana anual (12 meses) para los periodos PRE y POST, lo que permite estabilizar la tasa y realizar comparaciones consistentes entre empresas y periodos.

3.2.5.6. Análisis inferencial con contrafactual (DiD)

Para avanzar desde el análisis antes–después (PRE/POST) hacia una estimación con contrafactual, se implementó un diseño de diferencias-en-diferencias (DiD) a nivel empresa–periodo. La unidad de análisis es la empresa, con dos observaciones anuales relativas a su hito de intervención: un periodo PRE (12 meses previos a T_0T_0) y un periodo POST (12 meses posteriores a T_0). En cada observación se dispone del conteo de accidentes clasificados en el riesgo respectivo y de su exposición (masa anualizada), utilizada como denominador mediante un término offset.

Este análisis complementa el contraste PRE/POST presentado previamente. Mientras el análisis antes-después permite evaluar cambios intra-empresa en las tasas de accidentabilidad, el diseño de diferencias-en-diferencias incorpora un grupo de comparación que permite aproximar un contrafactual, proporcionando una evaluación más robusta de cambios diferenciales entre empresas tratadas y no tratadas.

El grupo tratado corresponde a empresas intervenidas en el riesgo crítico según el Maestro del programa, restringidas a aquellas con información suficiente de masa para construir ambas ventanas (PRE y POST). El grupo control se construyó seleccionando empresas no intervenidas, sobre el mismo universo de datos, para las cuales se asigna un pseudo-T_0 con el fin de construir ventanas PRE/POST comparables en escala temporal. Este pseudo-T_0 se define alineando la distribución temporal de T_0 del grupo tratado, de modo que ambos grupos queden expuestos a condiciones generales de periodo similares.

El cambio se estimó mediante regresiones para conteos con término offset logarítmico de la masa expuesta y errores estándar robustos agrupados por empresa. El parámetro central es la interacción POST×TRAT, reportada como razón de tasas (IRR DiD): valores menores a 1 indican reducción diferencial en tratadas respecto de controles, valores mayores a 1 indican aumento, y un intervalo de confianza que incluye 1 sugiere ausencia de evidencia concluyente de cambio diferencial.

Construcción de controles y pseudo-T0

El grupo control se construyó seleccionando empresas no intervenidas del mismo universo de datos. A cada control se le asignó un pseudo-T_0 alineado con la distribución temporal de T_0del grupo tratado, con el objetivo de construir ventanas PRE/POST comparables en escala temporal y reducir sesgos por tendencias generales del periodo.

Matching y caliper

Para garantizar la validez del análisis de Diferencias en Diferencias (DiD), se aplicó una técnica de **Propensity Score Matching (PSM)**[1] para mejorar la comparabilidad entre empresas tratadas y de control.

El emparejamiento se realizó utilizando las variables disponibles de forma consistente en los registros administrativos, particularmente tamaño de empresa (masa de trabajadores) y alineación temporal mediante pseudo-T_0, que permiten controlar diferencias estructurales relevantes en la exposición al riesgo y en las condiciones generales del periodo.

Otras variables potencialmente informativas, como rubro económico, antigüedad de afiliación a la mutual o indicadores de madurez preventiva, no se encuentran disponibles de forma homogénea para todas las empresas del universo analizado, por lo que no fue posible incorporarlas en el procedimiento de matching. En consecuencia, el emparejamiento controla por las variables observables disponibles, aunque no descarta completamente la presencia de heterogeneidad no observada entre empresas tratadas y de control.

La técnica utilizó los siguientes parámetros:

- **Caliper:** Es el umbral de tolerancia que define la distancia máxima permitida para emparejar una unidad tratada con una de control. Si no existe un control dentro de ese límite, la unidad tratada se excluye para evitar comparaciones no equivalentes que sesguen el resultado.
- **k=5 (Vecinos Cercanos):** Indica que cada unidad tratada se compara con el promedio de los **5 sujetos (empresas) más parecidos** del grupo de control. Se elige este valor para reducir la varianza y aumentar la robustez estadística; mientras que k=1 puede ser muy sensible a valores atípicos, k=5 suaviza la comparación sin sacrificar la similitud (siempre que se respete el Caliper).

Se seleccionó como especificación principal caliper 0,5 (V2) por balance entre comparabilidad y tamaño efectivo de muestra; adicionalmente se estimó caliper 0,25 (V3) como análisis de sensibilidad, más estricto, pero con mayor pérdida de unidades y menor potencia, sin modificar sustantivamente la conclusión.

[1] **Propensity Score Matching (PSM):** Es una técnica estadística que sirve para crear una comparación justa. Su objetivo es buscar "parejas" o grupos que sean lo más parecidos posible entre sí (en edad, tamaño, riesgo, etc.), para asegurar que los resultados de un estudio no estén alterados por diferencias previas entre las personas o empresas analizadas. En este estudio emparejamos por año y tamaño.

Tabla 16. DiD con matching por tamaño; caliper 0.5 (V2)

Riesgo Crítico	Caliper	Tratadas (N emp)	Controles (N emp)	IRR DiD (POST×TRAT)	IC95%	p-valor
Seguridad Vehículos	0.50	167	828	0.845	0.607–1.177	0.3185
Trabajo en Altura	0.50	187	908	0.772	0.465–1.283	0.3179
Contacto Eléctrico	0.50	609	3005	1.081	0.647–1.807	0.7666

(Tratadas = "Tratadas con masa_; Controles = "Controles seleccionados (total)".)

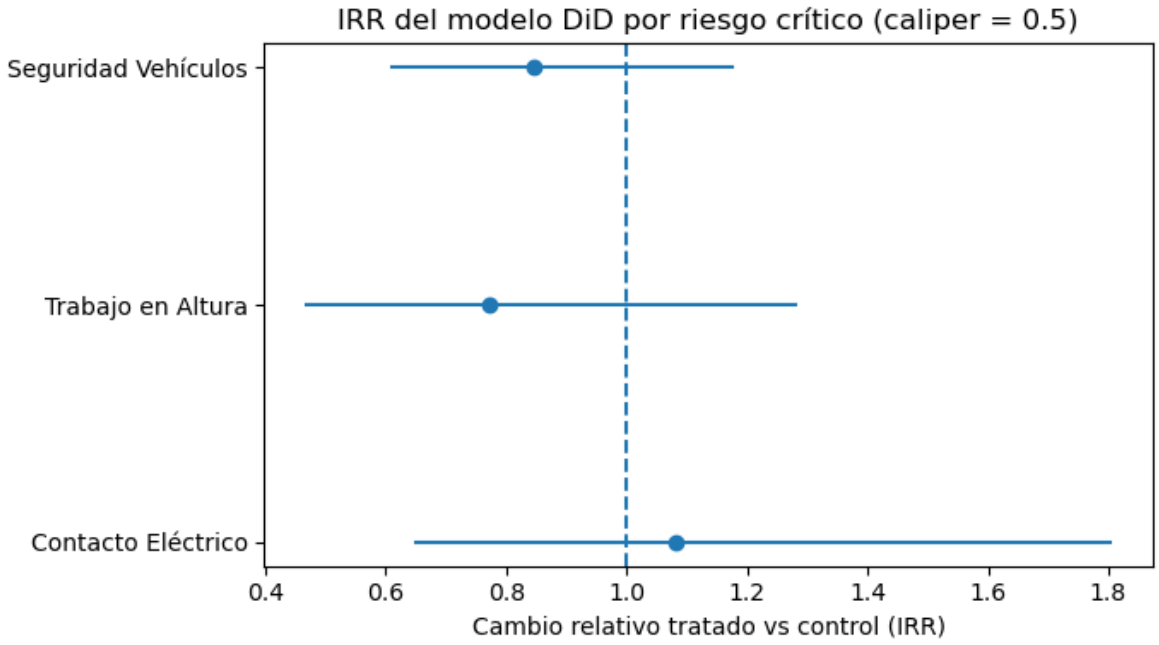


Figura 12. Estimación del efecto del tratamiento por riesgo crítico mediante modelo de diferencias en diferencias (IRR).

Cálculo con mayor sensibilidad

Tabla 17. DID de mayor sensibilidad (caliper 0.25; V3)

Riesgo Crítico	Caliper	Tratadas (N emp)	Controles (N emp)	IRR DiD (POST×TRAT)	IC95%	p-valor
Seguridad Vehículos	0.25	167	815	0.818	0.587–1.140	0.235
Trabajo en Altura	0.25	190	892	0.783	0.471–1.301	0.345
Contacto Eléctrico	0.25	601	2979	1.149	0.685–1.927	0.597

Se utilizaron dos especificaciones de caliper para evaluar la robustez del emparejamiento. La especificación principal (caliper = 0,50) permite mantener un mayor tamaño efectivo de muestra, equilibrando comparabilidad entre empresas y potencia estadística. De forma complementaria, se estimó una especificación más estricta (caliper = 0,25), que exige mayor similitud entre unidades tratadas y de control, pero reduce el número de observaciones emparejadas. La comparación entre ambas especificaciones permite evaluar la sensibilidad de los resultados a la restricción del emparejamiento.

Interpretación

Como se observa en las Tablas 16 y 17, las estimaciones IRR DiD se interpretan como cambio relativo diferencial del grupo tratado respecto del control. En esta especificación, no se observa evidencia estadística concluyente de efecto diferencial en ninguno de los riesgos, dado que en todos los casos los intervalos de confianza incluyen el valor nulo (IRR = 1). **Seguridad Vehículos:** V2 (caliper 0,50) IRR DiD=0,845 (IC95% 0,607–1,177; p=0,318); V3 (0,25) IRR DiD=0,818 (IC95% 0,587–1,140; p=0,235). En ambos casos no se observa evidencia concluyente de un cambio diferencial POST vs PRE en tratadas respecto del control.

- **Trabajo en Altura: V2** (caliper 0,50) IRR DiD=0,772 (IC95% 0,465–1,283; p=0,318); V3 (0,25) IRR DiD=0,783 (IC95% 0,471–1,301; p=0,345). Los resultados son consistentes y no concluyentes, con dirección hacia reducción, pero con intervalos que incluyen 1.
- **Contacto Eléctrico:** V2 (caliper 0,50) IRR DiD=1,081 (IC95% 0,647–1,807; p=0,767); V3 (0,25) IRR DiD=1,149 (IC95% 0,685–1,927; p=0,597). No se detecta un efecto diferencial estadísticamente significativo y la estimación es compatible tanto con ausencia de cambio como con variaciones en ambos sentidos.

El análisis de sensibilidad con caliper 0,25 (V3) mantiene conclusiones consistentes con la especificación principal. lo que sugiere que los resultados no dependen de emparejamientos menos estrictos por tamaño de empresa.

En conjunto, el análisis de diferencias-en-diferencias no proporciona evidencia estadísticamente significativa de un cambio diferencial en las tasas de accidentabilidad entre empresas tratadas y de control. Si bien algunas estimaciones puntuales muestran direcciones compatibles con reducciones observadas en el análisis PRE/POST, los intervalos de confianza incluyen el valor nulo, por lo que estos resultados deben interpretarse con cautela.

En consecuencia, los resultados del análisis DiD deben entenderse como evidencia comparativa entre empresas tratadas y de control, complementaria al análisis PRE/POST presentado previamente.

Por tanto, los resultados del modelo DiD no aportan evidencia estadísticamente concluyente de un efecto diferencial atribuible a la intervención, aunque las estimaciones puntuales son en algunos casos compatibles con las tendencias observadas en el análisis PRE/POST.

3.2.6. Conclusiones sobre análisis de efectividad

Tras el exhaustivo proceso de recopilación, depuración y análisis inferencial de la siniestralidad asociada a los programas de entrenamiento CERC (2011-2024), se desprenden las siguientes conclusiones fundamentales:

1. Robustez Metodológica y Sinceramiento de Datos (PLN): La implementación de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) sobre más de 2 millones de relatos permitió rescatar siniestralidad invisibilizada en la "Zona Gris" administrativa (180.411 casos en el riesgo eléctrico). Esta precisión técnica, validada con auditorías humanas de hasta un 99% de acierto, permitió identificar tasas de riesgo eléctrico significativamente más altas (5% al 8%) que las reportadas por sistemas tradicionales. Este hallazgo demuestra que la tecnología de lenguaje natural es crítica para dimensionar correctamente la exposición real antes de evaluar cualquier intervención.

2. Focalización Estratégica en el Segmento de Mayor Riesgo: El análisis de tendencias históricas revela un claro **sesgo de autoselección**: las empresas que optan por los programas CERC (especialmente en Tránsito y Riesgo Eléctrico) son aquellas que presentan tasas de accidentabilidad sistemáticamente superiores al grupo de control. Esto confirma que el programa está correctamente direccionado hacia los adherentes con mayores brechas de seguridad y necesidades preventivas urgentes, es decir, actuando allí donde la siniestralidad basal es más alta.

3. Cambios observados en el análisis antes-después (PRE/POST): El análisis inferencial intragrupo arrojó resultados favorables en la prevención de caídas:

- **Trabajo en Altura:** Se observó una reducción estadísticamente significativa del **44% en la tasa de accidentes** tras la intervención (IRR=0,561; p=0,001).
- **Seguridad Vehicular:** Se detectó una tendencia a la baja con una reducción del **20%** (IRR=0,796), aunque con significancia estadística marginal (p=0,068), sugiriendo un impacto positivo que requiere mayor tiempo de observación o volumen de datos para consolidarse.
- **Riesgo Eléctrico:** No se observaron cambios significativos, lo cual puede atribuirse a la naturaleza sistémica y compleja de este riesgo en las empresas tratadas.

4. Desafío en la Atribución Causal (DiD): Al incorporar el contrafactual mediante el modelo de Diferencias en Diferencias (DiD) con *Propensity Score Matching*, el efecto de los cursos, aunque mantiene una dirección hacia la reducción (especialmente en Altura con un IRR DiD de 0,77), no alcanzó los umbrales de significancia estadística. Esto indica que, si

bien las empresas intervenidas mejoran su desempeño tras el curso, esta mejora compite con tendencias descendentes generales del mercado o requiere periodos de seguimiento POST superiores a 12 meses para distanciarse significativamente de sus pares no intervenidos.

5. Síntesis Final: El estudio concluye que el entrenamiento CERC se asocia a reducciones relevantes de la accidentabilidad en empresas de alta criticidad, logrando reducciones nominales importantes. No obstante, la magnitud de las tasas basales encontradas sugiere que la capacitación debe ser complementada con intervenciones estructurales y de ingeniería, especialmente en sectores donde el riesgo eléctrico y de tránsito se manifiesta de forma recurrente.

Los resultados sugieren que el entrenamiento experiencial contribuye al fortalecimiento de competencias preventivas frente a riesgos críticos. Sin embargo, de acuerdo con la jerarquía de controles propuesta en ISO 45001, la capacitación corresponde a un control administrativo, por lo que su efectividad depende de su articulación con medidas de eliminación, sustitución, controles de ingeniería y organización del trabajo. En este sentido, el entrenamiento constituye una condición necesaria, pero no suficiente, para la prevención de accidentes graves y fatales.

3.3. Resultados de la encuesta sobre percepción y conocimientos adquiridos

3.3.1. Características del instrumento y de la muestra

Con el propósito de desarrollar el componente 3 del estudio, se elaboró una encuesta destinada a evaluar la percepción de los trabajadores y trabajadoras que participaron en cursos presenciales sobre riesgos críticos impartidos por el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC) durante los últimos tres años.

El instrumento incluyó antecedentes personales y laborales, caracterización del curso, percepción de aprendizaje, aplicación de los contenidos en el trabajo, seguridad y autoeficacia, valoración de la metodología y satisfacción general. La estructura se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18. Estructura de la encuesta

Dimensión	Subdimensión
Consentimiento informado	Participación
Caracterización del trabajador	Identificación personal
Caracterización institucional	Identificación institucional
	Actividades laborales riesgosas
Caracterización del curso	Año del curso
	Identificación del curso

	Evaluación del contenido del curso
Contenido del curso sobre riesgos laborales	Identificación de condiciones de riesgo
	Evaluación de seguridad en el entorno laboral
Aplicación del curso frente a situaciones de riesgo laboral	Comportamiento ante riesgos laborales
Manejo de elementos de protección personal (EPP)	Conocimiento técnico de elementos de protección personal (EPP)
	Aplicación práctica del uso de elementos de protección personal (EPP)
Aplicación del curso en el espacio de trabajo	Aplicación práctica de los contenidos del curso
	Mantenimiento y actualización del contenido del curso
Autopercepción del aprendizaje logrado en el curso	Comprensión conceptual de los contenidos del curso
	Aplicación práctica del contenido del curso
	Autoeficacia del curso
Satisfacción con la experiencia formativa del curso	Valoración de la metodología y actividades del curso
	Evaluación del profesor/a y materiales de apoyo
	Evaluación general del curso
Seguimiento con estudio cualitativo	Invitación a entrevista sobre experiencias en cursos CERC

El facsímil del instrumento aplicado se encuentra en el Anexo 4.

3.3.2. Proceso de aplicación

La encuesta fue aplicada mediante correo electrónico a personas que habían participado en cursos presenciales realizados en instalaciones físicas del CERC durante los tres años anteriores. Se priorizaron cursos asociados a trabajo en altura, riesgos eléctricos y conducción mediante simuladores, junto con otras actividades de entrenamiento en prevención de riesgos críticos.

Los datos de contacto provinieron de los registros administrativos del CERC. La base fue depurada y se enviaron invitaciones únicamente a las personas para quienes se disponía de una dirección de correo electrónico validada. La participación fue voluntaria y la encuesta fue autoaplicada mediante un enlace individual con token único.

Como incentivo a la participación, se informó la realización de un sorteo de tres gift cards para compras en tiendas Cencosud entre quienes completaran la encuesta y manifestaran voluntariamente su disposición a participar. De las 123 personas respondentes, 91 aceptaron participar en el sorteo y proporcionaron una dirección de correo electrónico válida. A cada caso elegible se le asignó un número correlativo entre 1 y 91, y la selección de las tres personas ganadoras se efectuó mediante una plataforma digital de generación aleatoria, sin repetición de números. Posteriormente, las personas seleccionadas fueron contactadas para

coordinar la entrega del premio. La participación en el sorteo fue independiente del contenido de las respuestas entregadas.

Tabla 19. Ficha técnica del proceso de aplicación de encuesta:

Campo	Detalle
Estudio	Encuesta de satisfacción/opinión CERC — Mutual de Seguridad
Técnica de recolección	Encuesta online autoaplicada, invitación por correo electrónico con token único
Universo	10.537 personas únicas (base de asistentes a cursos de capacitación en prevención de riesgos: Trabajo en Altura, Riesgos Eléctricos, Manejo Defensivo, etc.)
Tipo de muestreo	No probabilístico — censo por invitación a la totalidad de la base disponible (no hay selección aleatoria; el que responde es autoseleccionado)
Envíos acumulados realizados	79.285 (múltiples olas/touches sobre el mismo universo)
Fecha de inicio de campo	14-04-2026
Fecha de cierre de campo	02-06-2026 (última respuesta registrada)
Duración del trabajo de campo	~50 días corridos
Muestra lograda (personas únicas)	123 personas
Registros completos (tokens)	129 (incluye 4 casos de personas con más de un token completado)
Tasa de respuesta sobre personas únicas	1,2%
Respuestas válidas por cada 100 envíos acumulados.	0,16%

Nota: La diferencia entre el universo y el número de envíos se debe a que el universo corresponde a personas únicas, mientras que los 79.285 envíos representan contactos acumulados efectuados en distintas olas, incluyendo la invitación inicial y los recordatorios posteriores. Por consiguiente, una misma persona pudo recibir varios correos durante el trabajo de campo

Debido al carácter no probabilístico y autoseleccionado de la muestra, no corresponde estimar un margen de error muestral ni realizar inferencias estadísticas al universo. Los resultados describen exclusivamente a las personas que respondieron la encuesta.

La empresa ejecutora informó 129 tokens completados, correspondientes a 124 personas únicas después de la depuración de respuestas repetidas. El archivo consolidado entregado al equipo investigador para el análisis estadístico contenía 123 registros, todos ellos completos en los 21 ítems de valoración analizados y sin duplicados identificables por correo electrónico, RUT o identificador de persona. Por consiguiente, los resultados estadísticos presentados en este apartado se calcularon sobre una base analítica de 123 participantes.

Tabla 20. Desglose de control de entregabilidad: n = 10.541 registros con estado de envío.

Estado	Casos	% del total
Enviado sin interacción registrada	6.555	62,2%
Abierto (incluye aperturas de bot)	1.957	18,6%
Rebote (duro + blando)	1.556	14,8%
Bloqueado	211	2,0%
Diferido (error temporal del servidor receptor)	147	1,4%
Click real	205	1,9%
Encuesta Valida	123	1,2%

Observaciones del proceso de aplicación

1. La tasa de apertura registrada fue baja. El 18,6% incluye aperturas automáticas o de bots, por lo que la apertura humana efectiva probablemente fue menor.
2. La proporción de rebotes alcanzó 14,8%, lo que evidencia problemas de vigencia y calidad de las direcciones de correo electrónico disponibles.
3. El bloqueo global fue bajo (2,0%), aunque se concentró en un lote específico de envío.
4. Más de seis de cada diez direcciones correspondían a dominios personales, lo que puede reducir la entregabilidad y aumentar la derivación a carpetas de correo no deseado.
5. La tasa de respuesta de 1,2% aumenta el riesgo de sesgo de no respuesta: quienes contestaron pueden diferir sistemáticamente de quienes no lo hicieron, particularmente en satisfacción, vínculo con el CERC o disponibilidad de tiempo.
6. El sorteo de gift cards pudo favorecer la participación, aunque también constituye un incentivo que debe considerarse al interpretar el proceso de autoselección de las personas respondentes. No obstante, el incentivo estuvo asociado únicamente a la participación y no al tipo de respuesta entregada.

3.3.3. Tratamiento estadístico

Las preguntas de valoración utilizaron una escala Likert de cuatro categorías: 1 = Nada, 2 = Poco, 3 = Bastante y 4 = Mucho. Las respuestas fueron tratadas como variables categóricas ordinales. El análisis principal consideró frecuencias, porcentajes, mediana y rango intercuartílico. Para facilitar la comunicación de los resultados, se definieron como respuestas favorables las categorías 3 y 4, y como respuestas no favorables las categorías 1 y 2.

Las medias y desviaciones estándar se utilizaron únicamente como resúmenes descriptivos complementarios, sin asumir que la distancia entre todas las categorías de respuesta fuera estrictamente equivalente. Para cada participante se calculó, además, una puntuación descriptiva global correspondiente al promedio de los 20 ítems posteriores al curso.

La consistencia interna de los 20 ítems posteriores fue evaluada mediante alfa de Cronbach. Con fines exploratorios, los ítems se organizaron en cuatro dimensiones conceptuales: aprendizaje y reconocimiento del riesgo; aplicación y transferencia al trabajo; seguridad y autoeficacia percibida; y calidad metodológica y condiciones del curso. Estas agrupaciones se utilizaron como resúmenes interpretativos y no corresponden a dimensiones validadas mediante análisis factorial.

La comparación entre el conocimiento previo recordado y el aprendizaje posterior percibido se realizó mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para observaciones pareadas. Como medida del tamaño del efecto se calculó la correlación biserial por rangos. Adicionalmente, se comparó la proporción de respuestas favorables antes y después mediante la prueba exacta de McNemar.

Las diferencias en la puntuación global según sexo se examinaron mediante la prueba U de Mann–Whitney. Para edad, tamaño de empresa, experiencia en la tarea y tema del curso se utilizó la prueba de Kruskal–Wallis. Se estableció un nivel de significación de 0,05.

La pregunta referida al conocimiento previo fue contestada retrospectivamente después del curso. Además, su formulación no fue idéntica a la pregunta posterior. Por ello, la comparación debe interpretarse como una evaluación exploratoria de autopercepción y no como una medición pretest–postest ni como evidencia causal de aprendizaje atribuible al curso.

3.3.4. Resultados de la encuesta

Se construyó un panel de control interactivo, puesto a disposición de Mutual de Seguridad, que permite examinar los resultados mediante filtros de edad, sexo, tamaño de empresa, antigüedad en la tarea y tipo de curso. El análisis estadístico presentado a continuación utiliza los 123 registros contenidos en la base consolidada disponible.

Caracterización de la muestra

El análisis se realizó sobre 123 registros. La edad estuvo disponible para 117 participantes, mientras que seis personas no informaron este antecedente. Entre quienes respondieron la pregunta, el 81,2 % tenía entre 30 y 59 años.

La muestra estuvo constituida mayoritariamente por hombres, quienes representaron el 87,8 % de las respuestas. El 56,9 % declaró más de cinco años de experiencia en la tarea o riesgo abordado por el curso.

El trabajo en altura fue el tema más frecuente, con 58 participantes, equivalentes al 47,2 % de la muestra. Las personas pertenecientes a empresas grandes representaron el 44,7 %, mientras que las empresas grandes y medianas concentraron conjuntamente el 74,8 % de las respuestas.

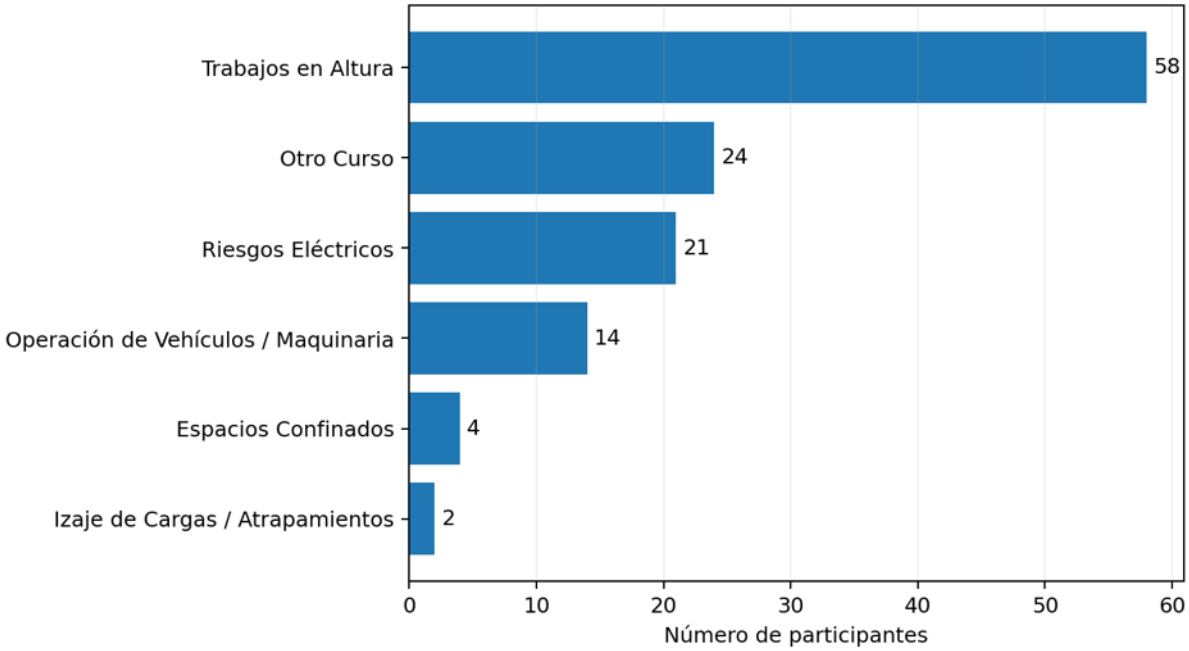


Figura 13. Distribución de participantes según tema principal del curso (base analítica: n = 123).

Evaluación general de los atributos

La valoración de los cursos fue ampliamente favorable. En 19 de los 20 atributos posteriores al curso, al menos el 88,6 % de las personas seleccionó las categorías 3 o 4. La puntuación descriptiva global alcanzó una media de 3,45 puntos sobre 4 (DE = 0,45), con una mediana de 3,55 y un rango intercuartílico de 3,15 a 3,80.

La concentración de las respuestas en las categorías superiores evidencia un posible efecto techo. Este resultado confirma la valoración favorable de los cursos, pero reduce la capacidad

del instrumento para distinguir entre niveles altos de satisfacción o percepción de aprendizaje.

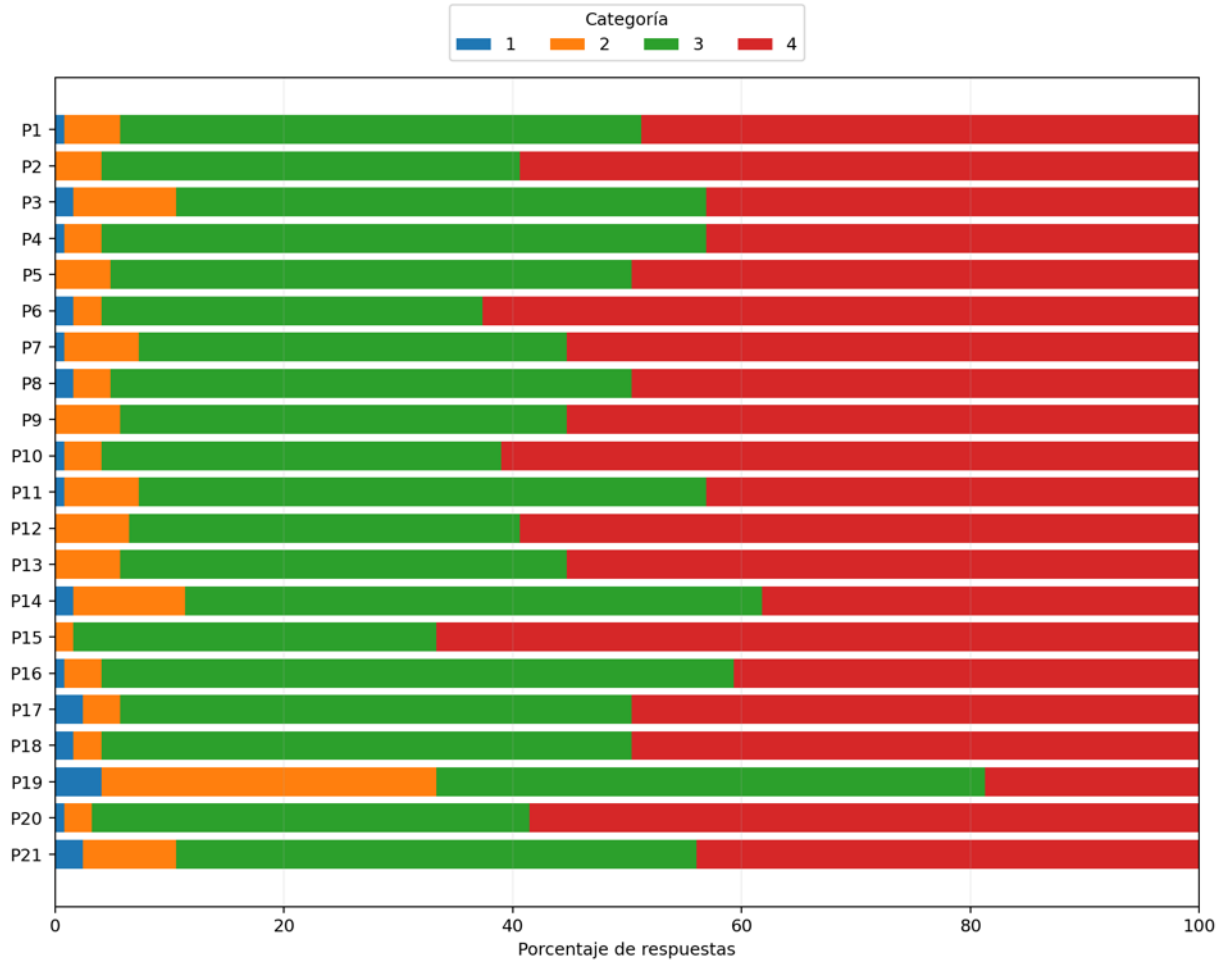


Figura 14. Distribución de las respuestas en escala Likert. Las categorías 1–2 representan evaluación negativa y 3–4 evaluación positiva.

Fortalezas y oportunidades de mejora

Tabla 21. Atributos destacados y oportunidades de mejora

Atributo	Respuestas favorables 3–4	Interpretación
El profesor o profesora dominaba los contenidos	98,4 %	Principal fortaleza docente
La infraestructura del CERC fue adecuada	95,9 %	Evaluación muy favorable
El curso cumplió lo esperado	95,9 %	Alto cumplimiento de expectativas
Las actividades prácticas o simulaciones facilitaron el aprendizaje	94,3 %	Fortaleza metodológica
Aplica lo aprendido en el trabajo diario	89,4 %	Oportunidad de fortalecer la transferencia
La empresa cuenta con infraestructura y apoyo para aplicar lo aprendido	89,4 %	Condicionante organizacional
Las prácticas se parecían a situaciones reales de trabajo	88,6 %	Principal oportunidad metodológica

Al ordenar los atributos según su puntuación media, los valores comparativamente más bajos correspondieron a la semejanza de las prácticas con situaciones reales de trabajo (media = 3,25), la aplicación cotidiana de lo aprendido (media = 3,31), la disponibilidad de infraestructura y apoyo empresarial para aplicar los procedimientos de seguridad (media = 3,31) y la posibilidad de mantener esas medidas pese al ritmo de trabajo o las metas productivas (media = 3,35). Aunque ocuparon las posiciones inferiores, todos mantuvieron valoraciones favorables, cercanas a nueve respuestas positivas de cada diez. Estos resultados permiten focalizar las oportunidades de mejora en el realismo de las prácticas y en la transferencia del aprendizaje al puesto de trabajo.

Adicionalmente, el 96,7 % de las personas manifestó sentirse, después del curso, más capacitada para reconocer e informar condiciones inseguras a sus supervisores.

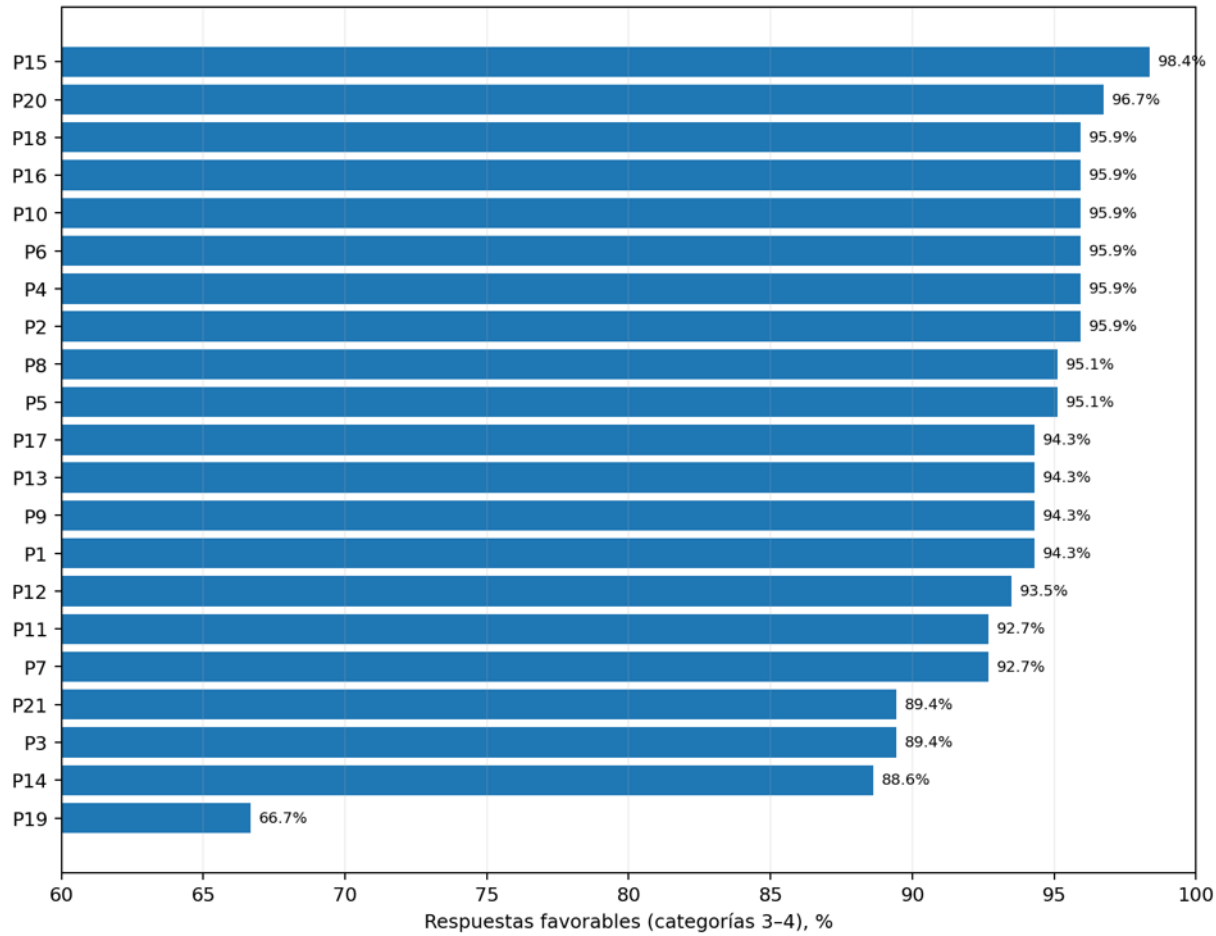


Figura 15. Porcentaje de respuestas favorables (categorías 3–4) por atributo.

Consistencia interna y dimensiones conceptuales exploratorias

Los 20 ítems posteriores al curso presentaron una consistencia interna muy alta (alfa de Cronbach = 0,952). Este resultado indica que las respuestas mantienen un patrón coherente, aunque un coeficiente tan elevado también puede reflejar cierto solapamiento o redundancia entre algunos ítems.

Con fines descriptivos e interpretativos, los ítems se agruparon en cuatro dimensiones conceptuales: aprendizaje y reconocimiento del riesgo; aplicación y transferencia al trabajo; seguridad y autoeficacia percibida; y calidad metodológica y condiciones del curso. La dimensión mejor valorada fue seguridad y autoeficacia percibida, mientras que aplicación y transferencia al trabajo presentó la puntuación comparativamente más baja, aunque mantuvo una valoración favorable.

La composición de las dimensiones y sus estadísticos descriptivos se presentan en el Anexo 4b. Estas agrupaciones son exploratorias y no corresponden a dimensiones validadas mediante análisis factorial.

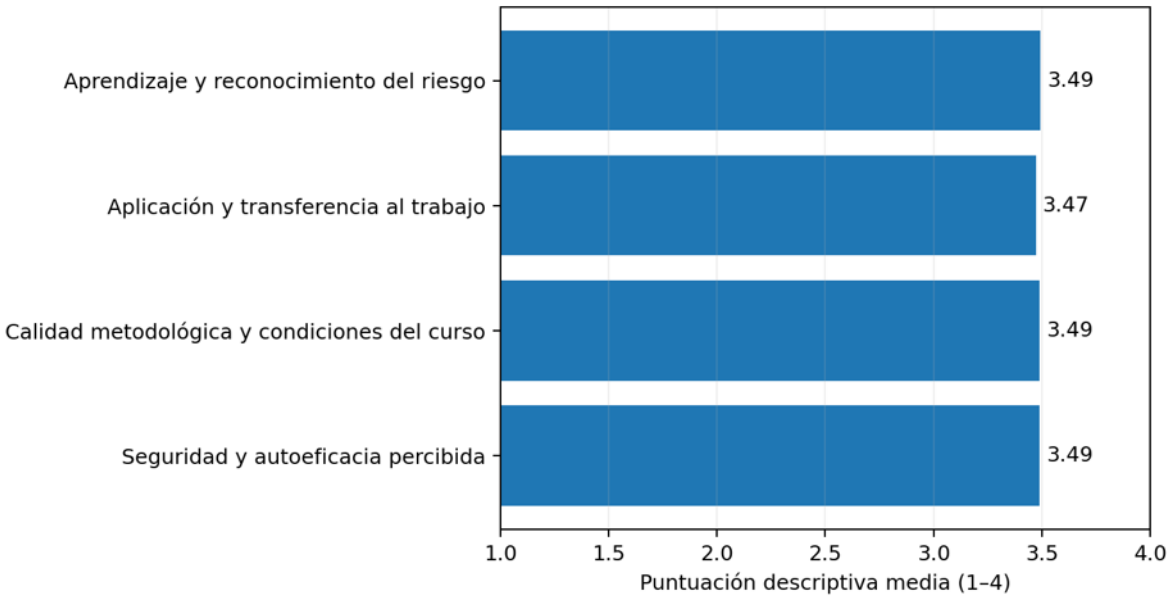


Figura 16. Valoración descriptiva de las dimensiones conceptuales de la encuesta.

Comparaciones entre grupos

No se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la puntuación global según sexo ($p = 0{,}303$), edad ($p = 0{,}368$), tamaño de empresa ($p = 0{,}827$), experiencia en la tarea ($p = 0{,}607$) o tema principal del curso ($p = 0{,}607$).

Estos resultados no demuestran equivalencia entre los grupos. La interpretación se encuentra limitada por el reducido número de participantes en algunas categorías, especialmente mujeres y ciertos tipos de curso, así como por el efecto techo de las respuestas. Por ello, la ausencia de significación indica únicamente que la muestra no proporcionó evidencia suficiente para identificar diferencias.

Conocimiento previo recordado y aprendizaje posterior percibido

Las 123 personas respondieron tanto la pregunta retrospectiva sobre su conocimiento previo como el ítem posterior referido al aprendizaje de las acciones que deben realizarse ante una situación de riesgo laboral.

El conocimiento previo recordado presentó una media de 2,81 puntos (DE = 0,78), una mediana de 3 y un rango intercuartílico de 2 a 3. La valoración posterior del aprendizaje sobre las acciones ante el riesgo alcanzó una media de 3,45 puntos (DE = 0,59), una mediana de 3 y un rango intercuartílico de 3 a 4.

La prueba pareada de Wilcoxon mostró que la puntuación posterior fue significativamente superior a la valoración retrospectiva previa ($W = 275$; $p < 0{,}001$). La correlación biserial por rangos fue de 0,802, indicativa de una diferencia de magnitud alta.

Al dicotomizar las respuestas, la proporción favorable aumentó de 66,7 % en el conocimiento previo recordado a 95,1 % en el aprendizaje posterior percibido. La prueba exacta de McNemar también identificó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

En términos de trayectorias individuales, 38 personas pasaron de una respuesta previa no favorable a una posterior favorable; tres cambiaron en la dirección inversa; 79 mantuvieron respuestas favorables en ambas mediciones y tres permanecieron en categorías no favorables.

Estos resultados respaldan una percepción positiva de aprendizaje entre quienes respondieron. Sin embargo, deben interpretarse con cautela, dado que la medición previa fue retrospectiva, las preguntas no tuvieron una redacción idéntica y ambas corresponden a autorreporte. Por tanto, la diferencia observada no constituye una estimación causal de efectividad ni demuestra adquisición objetiva de competencias.

Comentarios abiertos

Se registraron 73 respuestas en el campo abierto. La revisión temática identificó cuatro contenidos recurrentes: valoración del dominio y claridad de los relatores; solicitud de mayor realismo y contextualización de las prácticas; preferencia por más actividades prácticas y presenciales; y observaciones sobre condiciones operativas, tales como calor, lluvia, pausas, alimentación, tamaño de grupos y entrega de diplomas.

Los comentarios cualitativos respaldan el resultado cuantitativo central: la experiencia general es altamente valorada, mientras que la principal oportunidad consiste en aproximar las prácticas y simulaciones a las condiciones reales de los distintos sectores y puestos de trabajo.

3.3.5. Conclusiones de la encuesta

- La percepción de las personas participantes respecto de los cursos del CERC fue ampliamente favorable en aprendizaje percibido, reconocimiento de riesgos, seguridad, metodología, infraestructura y cumplimiento de expectativas.
- La principal fortaleza fue el dominio de los contenidos por parte de los profesores e instructores. También destacaron la percepción de un mejor uso de los elementos de protección personal, una mayor seguridad para desarrollar el trabajo y una mayor capacidad para reconocer e informar condiciones inseguras.
- La comparación exploratoria pareada mostró una valoración posterior significativamente superior al conocimiento previo recordado. Sin embargo, debido al carácter retrospectivo y no equivalente de las preguntas, este hallazgo debe interpretarse como percepción de aprendizaje y no como evidencia de una ganancia objetiva o causalmente atribuible al curso.
- Las principales oportunidades de mejora se relacionaron con el realismo de las prácticas, la transferencia cotidiana de lo aprendido y las condiciones

organizacionales disponibles para aplicar los procedimientos de seguridad en el puesto de trabajo.

- No se identificaron diferencias estadísticamente significativas según sexo, edad, tamaño de empresa, experiencia o tema del curso. La reducida cantidad de casos en algunos subgrupos y el efecto techo limitan el alcance de estas comparaciones.
- La consistencia interna de los ítems fue alta. No obstante, las dimensiones conceptuales propuestas son exploratorias y requieren validación factorial en futuras aplicaciones.
- Los resultados describen satisfacción, aprendizaje percibido y transferencia declarada entre quienes respondieron. No permiten concluir sobre adquisición objetiva de competencias, reducción de accidentes ni eficacia causal de los cursos.
- La baja tasa de respuesta y el carácter autoseleccionado de la muestra restringen la generalización de los resultados al universo de asistentes a los cursos del CERC. Asimismo, la baja participación de mujeres en la encuesta y su ausencia en las entrevistas limitan la posibilidad de examinar diferencias de percepción, experiencia y transferencia del aprendizaje según género. Esta composición podría reflejar, al menos parcialmente, la predominancia masculina en algunos de los sectores y ocupaciones asociados a los riesgos críticos analizados.

3.4. Resultados del componente cualitativo

A continuación, se presenta el análisis de las entrevistas realizadas a capacitadores[2] (relatores e instructores) del Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC) y a trabajadores[3] que realizaron cursos teórico-prácticos en dicho centro. El componente cualitativo del estudio se propuso evaluar la percepción y valoración de los usuarios respecto de la utilidad y relevancia de los contenidos y evaluar la adopción de los conocimientos adquiridos e identificar oportunidades de mejora, en línea con el objetivo específico 4 del proyecto —conocer la percepción y valoración de los usuarios respecto de la utilidad y relevancia de los contenidos—, aportando además evidencia complementaria al objetivo específico 3.

Corpus total y procedimiento de análisis

El corpus está compuesto por catorce entrevistas semiestructuradas: cinco a capacitadores del CERC y nueve a trabajadores que cursaron entrenamientos en riesgos críticos. Todas fueron registradas en audio con consentimiento informado previo, y transcritas íntegramente para su análisis.

[2] Las entrevistas se desarrollaron entre los días 16 de octubre y 27 de octubre de 2025.
[3] Las entrevistas se materializaron entre los días 24 de junio y 24 de julio de 2026.

Con el objeto de resguardar la confidencialidad comprometida con los participantes, en este informe estos se identifican mediante códigos correlativos: R1 a R5 para los capacitadores y E1 a E9 para los trabajadores. No se consignan nombres de personas, de empresas empleadoras ni mandantes.

Las categorías que se presentan son emergentes del corpus, es decir, no fueron definidas de antemano, aunque se mantuvieron dentro del marco de los ámbitos temáticos de cada pauta de entrevistas. El análisis se realizó primero de manera independiente para cada corpus y luego se contrastaron ambos conjuntos, lo que permitió identificar convergencias, divergencias y puntos ciegos de cada posición.

Para contactar a los posibles entrevistados que realizan labores de relatores y capacitadores, el CERC entregó cinco contactos, materializándose igual número de entrevistas coordinadas mediante correo electrónico. La totalidad de las personas entrevistadas en este corpus son hombres.

Para contactar a los trabajadores, se incorporó en la encuesta una pregunta para invitarlos a participar de una entrevista para profundizar en su experiencia de capacitación. De las 123 encuestas contestadas, 47 personas respondieron afirmativamente a esta invitación y a ellas se las invitó mediante correo electrónico personalizado a participar de las entrevistas. De ese grupo, siete personas confirmaron su participación, pero solo se materializaron tres entrevistas: las cuatro restantes no respondieron la llamada en el día y la hora que ellas mismas habían propuesto, ni contestaron la solicitud posterior de re-agendamiento.

A continuación, se tomó contacto mediante correo electrónico con las 44 personas que en la encuesta respondieron que tal vez estarían disponibles para participar de la entrevista, solo una de ellas respondió y se materializó la entrevista.

Finalmente, se trabajó con la base de datos de encuestas enviadas y correo electrónico recibido. Se seleccionó a las personas que realizaron las capacitaciones el año 2025 y se enviaron 275 correos electrónicos personalizados, logrando materializar 5 entrevistas más.

Del total de correos electrónicos enviados, 335 (92%) correspondieron a hombres y 29 (8%), a mujeres. Finalmente, corresponde consignar dos observaciones: 1) el cierre del trabajo de campo obedeció a la constatación de saturación suficiente y a la evaluación del agotamiento de las vías de convocatoria disponibles tras 366 invitaciones; el examen del grado de saturación efectivamente alcanzado se desarrolla en el apartado 3.4.3. 2) ninguna de las catorce personas entrevistadas es mujer. Ello ocurre en un universo convocado que sí incluía mujeres (8 % de las invitaciones), por lo que la ausencia no se explica únicamente por la composición del universo.

3.4.1 Análisis de entrevistas realizadas a capacitadores del CERC

Este apartado analiza la perspectiva de quienes dictan los entrenamientos. La orientación que organiza el análisis es cómo describen los propios capacitadores el mecanismo por el cual su enseñanza se convierte —o no— en conducta preventiva en el puesto de trabajo.

Tabla 22. Caracterización del corpus de capacitadores entrevistados

Código	Perfil formativo	Trayectoria previa	Cursos que dicta	Antigüedad en la función
R1	Técnico de nivel superior; formación universitaria incompleta	Bombero con nivel profesional y especialidades en rescate vehicular, espacios confinados y estructuras colapsadas (24 años)	Altura (techumbre, andamio, postación con rescate, telecomunicaciones, alta tensión), espacios confinados, maquinaria pesada y riesgo eléctrico	Cerca de cinco años; se inició en los móviles regionales
R2	Ingeniero en prevención de riesgos; diplomados y experto en seguridad vial	Asesor de prevención de riesgos en empresas	Conducción clase B, 4x4, grúa horquilla, apilador eléctrico, camiones, buses y motocicleta	Siete años
R3	Experto en seguridad vial; máster en movilidad, tráfico y seguridad vial con mención en accidentes de tránsito	Experto en los simuladores instalados en el CERC	Seguridad vial laboral: transporte de pasajeros y de carga, motocicleta, 4x4 y maquinaria pesada	Nueve años
R4	Ingeniero en prevención de riesgos	Bombero en compañía especializada en rescate (31 años); trabajo en minería	Trabajo en altura (techumbre, postación, andamio) y espacios confinados	Varios años; participa además en seminarios y en la formación de otros instructores
R5	Técnico eléctrico de nivel medio y técnico de nivel superior en prevención de riesgos	Formación bomberil en rescate; relatoría previa en OTEC, en una fundación de bomberos y en otro organismo administrador	Trabajo en altura (plataforma, techumbre, andamio, antena, poste) y espacios confinados	Más de seis años como relator; incorporación reciente al CERC

Ámbitos de la pauta de entrevista

La pauta semiestructurada aplicada a los capacitadores organizó la conversación en tres áreas:

- Diseño y contenido curricular: elemento más potente del diseño, metodologías que generan aprendizaje profundo, coherencia entre objetivos declarados y logros efectivos, contenidos más críticos, comparación con otros centros y adecuación de recursos y equipos.
- Interacción y desempeño de los participantes: dificultades para aprender y aplicar procedimientos, actividades que generan mayor participación e impacto, anécdotas de cambio en la percepción del riesgo, formas de evaluación y retroalimentación posterior.
- Efectividad y oportunidades de mejora: descripción de la metodología experiencial, fortalezas y debilidades, impacto percibido en la accidentabilidad y propuestas de mejora.

A continuación, se presentan los hallazgos organizados en las categorías emergentes del análisis de las entrevistas.

Metodología pedagógica basada en el impacto

Los instructores coinciden en que el valor central del CERC radica en su capacidad para traducir la teoría normativa en una experiencia física y emocional que "aterriza" el riesgo real al trabajador.

Frente a la sobreconfianza y los hábitos arraigados de los trabajadores, la metodología de enseñanza desarrollada, no se basa sólo en la transmisión de información o conocimiento, sino que se podría describir como una generación de un **"shock" perceptivo**. El aprendizaje profundo ocurre cuando el trabajador siente el riesgo en un entorno controlado, cuyo objetivo es forzar la conciencia del riesgo. El corpus permite distinguir tres modalidades de ese impacto, que se combinan a lo largo de la jornada.

El **Shock Físico**: La actividad de rescate, específicamente dejar a un trabajador suspendido, es la herramienta más potente en altura. Desmonta la creencia de que pueden "aguantar" al experimentar malestar físico real en segundos.

> *"Hay una creencia importante en el rubro… que los trabajadores dicen, 'no, si yo me caigo puedo estar 10 minutos, 15 minutos' [colgado del arnés]. Y acá la verdad es que uno les pone una línea de vida autorretráctil… y en algún momento quedan suspendidos… Y a los primeros 15 segundos ya empiezan a sentir algunas molestias y uno dice, 'bueno, y si hubiese sido una caída, el impacto es distinto'. Y ahí dicen, 'chuta'. Sí, y ahí toman, así como mucha más conciencia"; "El hacer que un trabajador quede suspendido en el aire por un par de segundos… le*

genera mucho impacto" (R5); "Y cuando los colgamos suavecito… empiezan a los 30, 40 segundos ya a gritar" (…) "Oiga, profe, me duele, me duele" (R1).

Un capacitador precisa además el momento en que se emplea este recurso: la maniobra de rescate se reserva deliberadamente para el cierre de la jornada, de modo que opere como síntesis y no como espectáculo inicial.

«El rescate lo hacemos en la última… en el último momento ya de la jornada, porque un viejo que se ha subido toda la vida a un andamio y nunca ha tenido un accidente, no dimensiona lo que es una caída en altura, no dimensiona lo que es quedarse en un espacio confinado» (R1).

El **Shock Emocional**: En conducción, el uso de gafas de simulación de alcohol/drogas genera un impacto profundo, a veces conectando con las propias experiencias de los trabajadores que transforman su percepción del riesgo.

"…la persona al sacarse los lentes [simuladores de alcohol] se puso a llorar… Y como que los alumnos empezaron a decirme, 'No, profe, lo que pasa es que… esta persona a su papá lo atropelló un conductor ebrio'. Entonces… le impactó tanto… quizá haber de alguna forma vivir cómo fue que la persona estaba cuando atropelló a su papá." (R3).

El propio relator interpreta el episodio como el límite del recurso: reconoce que la actividad puede "despertar sensaciones" que exceden lo previsto y que el instructor no puede anticipar, porque desconoce la biografía de los participantes. Se trata de una observación pertinente para el diseño, en la medida en que sugiere la conveniencia de contar con un encuadre explícito de la actividad y con un procedimiento de contención cuando el impacto emocional excede lo pedagógico.

En este mismo ámbito se encuentra el mostrar la falla del equipo mediante registros audiovisuales de ensayos y accidentes reales. Su fundamento explícito es que la demostración vence la resistencia que la palabra del instructor no logra vencer, porque el participante contrasta el mensaje con su propia experiencia acumulada.

«Si yo te digo "cuidado, este conector se puede romper", tú me vas a decir "este gallo está loco". En cambio, si tú le muestras un video con pruebas de que, si te conectas mal, se va a romper… tú ves la reacción del trabajador: "Oye, mira, ¿viste? Se rompen". "Oye, nosotros nos conectamos así y nunca nos ha pasado nada"» (R4); «Las personas toman mucha conciencia al ver un incidente y sienten que pudo haber sido fatal» (R2).

Cabe consignar que el uso de este recurso está sujeto a un criterio de moderación institucional: uno de los relatores refiere que se le ha indicado no exhibir determinados registros por su crudeza.

El **Shock Cognitivo**: Los instructores traducen datos técnicos abstractos (ej. Kilonewtons) en analogías que pueden ser memorables y fáciles de comprender, por lo que son más difíciles de ignorar.

> *"Le digo, 'Mira, más simple todavía. Es como subirse a 1,80 m, abrazado de un vehículo sedán… y tirarme hacia abajo. ¿Esa fuerza la podí dimensionar ahora?'". (R1). El mismo recurso se emplea para desplazar el foco desde el equipo hacia el cuerpo: «Yo mañana voy y compro 20 arnés más. Pero, ¿de dónde te saco otra pierna? ¿De dónde te saco otro fémur?» (R1).*

La participación: gamificación y trabajo grupal

Junto a la pedagogía del impacto, el corpus permite identificar un segundo mecanismo de enseñanza, menos visible pero descrito con igual convicción por los capacitadores: la conversión de la clase en una actividad participativa donde el conocimiento no se entrega, sino que se produce entre los asistentes. Dos formulaciones resultan características.

La primera es la investigación grupal de accidentes aplicando la jerarquía de controles. Los participantes analizan un caso, identifican causas raíz y proponen medidas de eliminación, sustitución, ingeniería, administrativas y de protección personal, para luego exponer sus conclusiones al resto del grupo. El valor que un relator atribuye a la actividad no es solo formativo: la considera un dispositivo de diagnóstico que le permite conocer las falencias reales de las empresas.

> *«Se reúnen en grupos de personas que no se conocen y todos aportan distintas herramientas. Hay algunos que son ingenieros, otros que son operadores, entonces se forma un ambiente bien dinámico, bien participativo»; «Muchas veces yo he aprendido hartas cosas de los mismos participantes… me ayudan a identificar las falencias que tienen estas empresas»; «Los operadores son los que más saben de seguridad, de las problemáticas. Cuando uno quiere saber cuáles son los problemas raíces, hay que preguntarle a los mismos que trabajan ahí» (R2).*

La segunda formulación es explícitamente conceptual: uno de los capacitadores nombra la gamificación como el principio que ordena su práctica y sostiene que el adulto aprende del mismo modo que el niño. La actividad con las gafas de simulación de alcohol y drogas se ejecuta con las sillas retiradas y el grupo de pie, observando a los compañeros, lo que convierte la experiencia individual en una experiencia colectiva.

> *«Yo soy de la idea del concepto de gamificación, que es aprender jugando… es un trabajo participativo y colaborativo, y la idea es que la gente lo pase bien» (R3); «Acá es prácticamente jugando, nosotros aprendemos muchas cosas» (R4).*

Un hallazgo secundario, pero de interés operativo, es que este componente participativo depende del criterio individual del relator y no de una prescripción del programa. Un entrevistado lo formula con claridad:

«Yo no sé si los otros profes hacen actividades así de ese tipo. Yo por lo menos lo hago así» (R2).

Es decir, la que a juicio de quien la ejecuta es la herramienta de mayor impacto en su modalidad de curso no forma parte del estándar declarado del CERC.

Estrategia pedagógica: el vínculo como condición del impacto

La pedagogía utilizada es posible si existe una base de confianza. Los instructores identifican que su efectividad no radica en la autoridad técnica, sino en la "habilidad blanda" para conectar con los trabajadores. Para ello desarrollan fundamentalmente tres estrategias:

1. **Aterrizar la experiencia a la realidad**: la información y el conocimiento que se transmite se conectan con la experiencia diaria del trabajador como punto de partida para la instrucción.
2. **Ruptura de la jerarquía**: se busca activamente romper la distancia "profesor/alumno" para fomentar un diálogo horizontal que permita al trabajador expresar sus dudas reales.
3. **Desactivación del rol fiscalizador**: los capacitadores describen que los participantes llegan atribuyéndoles una función de control sobre la empresa, y que el trabajo pedagógico exige desmontar explícitamente ese supuesto para que el trabajador relate cómo opera efectivamente en faena.

El estándar normativo como un "desde" y la traducción a la realidad de trabajo del participante

Una categoría que atraviesa el corpus es la operación mediante la cual los capacitadores gestionan la distancia entre la norma que están obligados a enseñar y las condiciones que el participante describe en su faena. La fórmula que emplea uno de ellos resume el procedimiento: lo que se enseña es "el desde", un piso general que luego cada participante debe aplicar a su realidad.

«Siempre haciéndolo entender que esto es el "desde", porque esto es el general. Después tienes que aplicar esto a su realidad del día a día» (R1).

La operación no es trivial, porque el participante suele oponer su práctica efectiva al contenido normativo. Los capacitadores describen dos respuestas frente a esa objeción. La primera es la reafirmación de la norma como marco no negociable, acompañada de un trabajo de manejo del grupo que uno de los entrevistados denomina literalmente "psicología".

«Sienten que vienen a una capacitación donde se les enseñan muchas cosas que en terreno no aplican, y por ahí sienten frustración por no saber cómo solucionar los conflictos de su día a día. Empiezan a poner una barrera diciendo que nosotros estamos mal, porque en su trabajo no es así. Ahí uno tiene que trabajar un poquito de psicología para que logren entender que esto es normativa» (R5).

La segunda respuesta es el desplazamiento de la responsabilidad hacia la organización, formulado de manera explícita ante los participantes y en ocasiones sus prevencionistas. Es una operación de demarcación: el capacitador entrega el estándar, deja constancia de que el equipamiento disponible no lo cumple y declara que el curso de acción posterior excede su ámbito.

> *«El prevencionista, que es el jamón del sándwich, me dice: "yo voy a ir a pedir esto y sé que me van a mandar…". Y de verdad no están en condiciones los equipos. Entonces ahí hasta ahí nosotros llegamos. Usted ya sabe, nosotros le explicamos, su gente sabe. Ahora, lo que haga usted en la empresa ya va a ser resorte de usted» (R1); «Yo les puedo entregar todas las herramientas que la Mutual me pide que les entregue, pero lo que hace el alumno de la puerta para afuera es una cosa un poco difícil de controlar» (R3).*

Este límite delimita con precisión el alcance que ellos mismos atribuyen al dispositivo: el CERC produce conocimiento y conciencia, no condiciones de ejecución.

Coherencia entre objetivos declarados y actividades prácticas: una divergencia relevante

Consultados por la coherencia entre los objetivos de aprendizaje formulados en el diseño y lo que efectivamente se logra en las actividades prácticas, cuatro de los cinco capacitadores responden afirmativamente y sin reservas: sostienen que todo lo que se expone en sala se verifica luego en el simulador o en el escenario práctico, y que ese tránsito es precisamente lo que los participantes más valoran.

> *«Todo lo que vemos en sala, efectivamente es lo que después, cuando sacamos a la gente al simulador, es lo que se trabaja» (R1); «Sí, total… se logran totalmente» (R2); «En evaluaciones de cierre de curso, dentro de lo que más se destaca es justamente eso: logramos dar una teoría no tan extensa y en la práctica ellos logran visualizar toda la teoría» (R5).*

El quinto entrevistado responde en sentido opuesto, y su respuesta es analíticamente más informativa que la coincidencia de los otros cuatro. No niega la coherencia dentro de cada curso sino entre cursos: sostiene que no existe trazabilidad respecto de la información que se entrega, de modo que dos instructores pueden abordar el mismo punto de maneras distintas.

> *«Es tan variado… no hay una trazabilidad respecto a la información que se entrega. Porque tú puedes decir algo, yo puedo decir otra cosa y Juanito Pérez va a decir otra cosa, abordando el mismo punto» (R4).*

La aparente contradicción se resuelve al observar el nivel al que se refiere cada respuesta. Los cuatro primeros evalúan la coherencia interna de su propia clase, sobre la que tienen control directo; el quinto evalúa la consistencia del programa a nivel nacional, que ninguno de los otros está en posición de observar. Corresponde señalar que este último es también

quien participa en seminarios y en la formación de otros instructores, es decir, quien ocupa la posición desde la cual esa variabilidad resulta visible.

La evaluación del aprendizaje: cinco prácticas distintas

Un hallazgo relevante se produce al preguntar cómo se verifica que el participante adquirió las competencias. Los cinco capacitadores describen procedimientos distintos entre sí, y dos de ellos entregan además versiones incompatibles sobre lo que la institución les permite hacer.

- Se divide el grupo en dos y se corrige progresivamente: el primer subgrupo es acompañado durante la ejecución y el segundo se enfrenta al ejercicio con las correcciones ya observadas.
- Se declara que el CERC ha indicado expresamente que no se puede evaluar ni calificar, y que su intervención se limita a señalar oportunidades de mejora en el momento.
- Se apoya en los informes técnicos que emite el propio simulador, complementados con una lista de verificación visual.
- Se sostiene que sí aprueba o reprueba sobre la base del desempeño práctico, y que quien no ejecuta la parte práctica no queda aprobado.
- Se realiza al cierre una ronda de preguntas que presenta a los participantes como "evaluación final", aunque, según explica, su propósito real es evaluar la jornada y refrescar contenidos.

Esto muestra que el estatus evaluativo de la actividad no está definido de manera unívoca, o bien que la definición no ha sido comunicada de manera homogénea al cuerpo de relatores.

Un elemento adicional merece consignarse: dos capacitadores explicitan que la evaluación no puede aspirar a corregir en una jornada un hábito de años, y sitúan el resultado esperable en el plano de la conciencia más que en el de la competencia consolidada.

> *«Cuando son fallas muy notorias, o gente que se equivoca cinco o seis veces en lo mismo, es porque esa persona viene con diez años trabajando de la misma manera. Yo no se lo voy a cambiar en 8 horas» (R1).*

Barreras estructurales para la transferencia del aprendizaje

A pesar de la eficacia percibida de la capacitación, los instructores identifican barreras críticas que impiden que este aprendizaje se aplique consistentemente en el lugar de trabajo real (la "transferencia").

Los entrevistados revelan una frustración constante: ellos enseñan el estándar ideal, pero saben que los trabajadores regresan a entornos precarios donde aplicar lo aprendido resulta muchas veces extremadamente difícil. El análisis permite ordenar esas barreras en cinco condiciones:

a) Disonancia entre el estándar enseñado y las prácticas de la organización

El principal obstáculo identificado para la transferencia efectiva del aprendizaje es la existencia de una disonancia cultural, entendida como la percepción que tienen los instructores de que su trabajo es sistemáticamente invalidado por la cultura organizacional a la que regresa el trabajador. El conflicto central es que las empresas priorizan las metas de producción sobre los procedimientos de seguridad. En ese sentido, se enseñan "checklists" para utilizar antes de un uso o de la realización de una tarea, pero las máquinas en las empresas están en mal estado y se obliga a usarlas igual o se enseña normativa de altura, pero en faena no tienen los anclajes adecuados o los equipos están vencidos.

> *"Es una problemática porque uno intenta eh que entiendan los procedimientos de trabajo seguro… pero muchas veces las empresas no aportan mucho con respecto a eso" (R2); "el procedimiento muchas veces queda guardado en la camioneta, porque tienen que hacer más instalaciones durante el día y el día no les da" (R5); "los tipos me decían, 'No, es que aquí nos obligan a subirnos así'… los hacían subirse por los bins… era una altura como de 6 m… el retráctil lo dejó arriba del galpón, 12 m… o sea, los viejos subían como Spider-Man por al lado, sin nada, y arriba se tenían que poner el arnés" (R1); "Problemas mecánicos de la máquina, de los buses. Y claro, siempre… 'No, que la empresa no entrega la máquina adecuada, por ejemplo, o no se preocupan mucho de la mantención'. Entonces, cuando uno quiere exponer… lo legal… siempre hay muchas personas que me dicen, '¿Sabes qué? En la empresa no se hace así'" (R2).*

b) Los mandos medios como punto de bloqueo

Asimismo, se identifica específicamente a los mandos medios (coordinadores, supervisores) como un punto de bloqueo que, al buscar bonos o metas, dificulta que se apliquen de la manera adecuada los conocimientos de seguridad aprendidos en las capacitaciones. La formulación más precisa describe una contradicción interna a la propia empresa: la gerencia fija una política y el mando medio, cuya remuneración variable depende de la producción, la neutraliza en el punto de aplicación.

> *«La gerencia estipuló una política de seguridad y salud ocupacional, que todos los buses tienen que estar en óptimas condiciones para salir. Pero resulta que el coordinador del medio, que recibe un bono por los buses que salen, no está ni ahí con que los buses se devuelvan. Es una problemática que se repite mucho… el operador tiene el dilema de que la empresa tiene una política, pero mi coordinador directo me está diciendo que yo salga» (R2).*

c) Motivación extrínseca: el curso como requisito de acceso

Una tercera barrera es la motivación con que el participante llega a la jornada. Muchas empresas envían trabajadores solo para cumplir un requisito legal o contractual o normativo para entrar a una faena, sin interés real en la seguridad. Esto lleva a trabajadores

desmotivados que ven el curso como un trámite. En consecuencia, según los relatores, una proporción significativa de los trabajadores asiste para obtener el certificado ("el papelito") exigido por la empresa. Lo cual está dando cuenta de una motivación extrínseca y no propia del trabajador.

> *"Hay muchas personas que van porque están obligadas o eh no están con mucho interés de aprender" (R4); "Algunas personas vienen aquí eh solo porque los mandan a cumplir y a veces no le toman tanto el peso a la a la capacitación" (R3); "lo que nos interesa es que… que la firma del día diga que se hizo la capacitación" (R1); "Allá llega gente que no sabe nada. Nada, y mañana entra a la pega, mañana. Entonces, necesitan el papelito que diga que hizo el curso o el taller de trabajo en altura. Entonces, ahí yo creo que estamos como mal enfocados." (R4).*

Dos relatores introducen una distinción que resulta útil para el diseño de la oferta: sostienen que el CERC no es una OTEC y que su función no es enseñar el oficio, sino entregar competencias preventivas a quien ya lo ejerce. El desajuste se produce cuando la empresa envía a personas sin ninguna base previa porque necesita habilitarlas para ingresar a una obra al día siguiente.

> *«Nosotros no somos una OTEC… Cuando vienen a hacer cursos de conducción segura, ¿a ustedes les enseñan a manejar acá? No. Ya, pues acá es lo mismo… usted tiene que venir con una base de qué es un trabajo en altura, y nosotros le vamos a dar un enfoque de cómo enfrentarse a situaciones de forma segura» (R4); «No les vamos a enseñar a conducir ni a operar la máquina: les entregamos competencias preventivas» (R3).*

d) El hábito y la sobreconfianza del trabajador experimentado

Una cuarta barrera, señalada por los entrevistados, es que el mayor desafío pedagógico no es la ignorancia (falta de conocimiento), sino el hábito. El análisis sugiere que los trabajadores más experimentados son los más difíciles de capacitar, no porque no sepan, sino porque "saben" (o creen saber) cómo hacerlo "a su manera". El corpus contiene un episodio que ilustra el mecanismo con precisión y que, además, muestra la forma en que el dispositivo lo aborda: la refutación no la realiza el instructor, sino la propia experiencia del participante frente a su grupo.

> *«Una persona dijo: "si yo me quedo suspendido, yo me tomo de la cinta, me levanto y ahí espero hasta que me rescaten"… "eso es posible para cualquier persona que tiene una condición física buena". Vamos a terreno y probemos. Y ahí se dio cuenta… "no, yo estoy totalmente equivocado". Era como una especie de líder del grupo… los trabajadores le creían mucho en todo lo que hablaba» (R5).*

Un capacitador del área de conducción describe una variante del mismo fenómeno referida a la tecnología: los operadores de mayor antigüedad atribuyen al equipo la dificultad que proviene de su propia falta de familiaridad con él («"No, esta máquina está mala". No, señor, lo que pasa es que usted no está acostumbrado a ocuparla», R3).

e) Condiciones de entrada del participante: formación de base, fatiga y acumulación de cursos

Se refiere a las condiciones con que el participante llega a la jornada. Comprende tres elementos distintos.

El primero es el **nivel educativo de base**. Dos capacitadores señalan que una parte de los participantes tiene escolaridad incompleta o dificultades de lectoescritura, lo que condiciona el tipo de material y de lenguaje que puede emplearse.

El segundo es la **interrupción de la jornada por parte de la propia empresa**. Un capacitador describe que los participantes reciben llamados de sus jefaturas durante el curso y sostiene que la restricción de llamadas debería ser respaldada institucionalmente y comunicada a la empresa antes de la actividad, y no quedar entregada a la autoridad del relator.

El tercero es la **fatiga por acumulación de cursos**. Un capacitador describe un patrón específico: para reunir la cantidad de horas que exige la empresa mandante, un mismo trabajador pasa sucesivamente por cursos de altura en techumbre, en postación y en andamio, con contenidos parcialmente redundantes, de modo que su disposición decae de una actividad a la siguiente. Se trata de un efecto no deseado del esquema de acreditación por horas, y no de una falla de los cursos.

La "caja negra": ausencia de retroalimentación institucional

Un hallazgo transversal es la ausencia total de datos sobre la efectividad real de los cursos una vez que el trabajador los concluye. Los instructores operan en un "eco ciego": emiten un mensaje (la capacitación) pero no reciben ningún retorno sobre su efectividad.

Los instructores desconocen el impacto real de su trabajo en las tasas de accidentabilidad y ni siquiera acceden a las encuestas de satisfacción de los alumnos.

> *"No, no tenemos [feedback]. Me gustaría, me gustaría que la Mutual me dijera, 'Oye, eh, mira, gracias a esto, una cultura preventiva mejoró…' Me gustaría, me encantaría, pero la verdad que no hay" (R2); "Cerramos el curso, cerro todo, planilla, todo, chao, y hasta ahí llego. Y después no me entero nada más, porque no tengo accesibilidad a eso, a esa información" (R1); "No lo podemos ver, no lo podemos ver [el impacto generado]. Sería, pero importantísimo saber si estamos haciendo las cosas bien o no cuantitativamente" (R5); "Pero el… la encuesta real después a nosotros no nos llega. O sea, me imagino que debe… debe llegar a alguna… alguna parte… nunca he visto los resultados de eso" (R1).*

La única evidencia de efectividad que poseen es anecdótica, basada en encuentros casuales con ex-alumnos que les cuentan que "les salvó la vida" o que lograron cambios en sus empresas. Aunque potente, carece de sistematicidad.

Oportunidades de mejora identificadas por los capacitadores

Los instructores proponen mejoras tanto técnicas como de "experiencia usuaria". El conjunto de propuestas puede ordenarse en seis grupos: estandarización del cuerpo docente, condiciones de la jornada y experiencia del participante, gestión previa con las empresas, infraestructura y equipamiento, duración de los cursos y límites normativos externos.

1. **Estandarización y Actualización**: Existe la necesidad de homogeneizar la formación de los propios instructores para asegurar una trazabilidad en los contenidos entregados a nivel nacional. También se menciona la necesidad de actualizar cierta infraestructura y equipos para reflejar las tecnologías más modernas disponibles en el mercado (ej. trabajos verticales).

La propuesta se formula en términos territoriales explícitos y se extiende deliberadamente más allá del cuerpo de relatores, alcanzando a prevencionistas y supervisores: «la capacitación de los instructores debiese ser transversal. Me refiero a que en Arica hablemos el mismo tema que hablamos en Chillán, en Puerto Montt, en Punta Arenas y en Santiago… y no tanto como instructores, sino como prevencionistas también» (R4). En el mismo sentido, otro capacitador señala la conveniencia de uniformar el material de apoyo: «uniformar un poquito más la presentación… dejar una presentación más estandarizada» (R1).

2. **Mejorar la Experiencia del Participante**: Varios instructores mencionan una queja recurrente de los trabajadores: la falta de un "coffee break" o atenciones básicas (café/galletas) durante jornadas largas. Aunque parece menor, esto afecta la predisposición positiva del trabajador hacia la capacitación y su percepción de ser valorado.

> *"¿Sabes lo que podría mejorar? Un coffee break… siempre me dicen, 'Oye, el coffee, en otras instituciones nos dan un cafecito'… No cuesta mucho un cafecito y eso eso me reclaman mucho" (R2); "No sé, a lo mejor un pequeño break con un cafecito para los trabajadores a media jornada sería para ellos buenísimo, pensando en que… de repente hay trabajadores que vienen desde incluso fuera de Santiago… llegar a Maipú a las 9 de la mañana no es fácil" (R5).*

Dos precisiones del corpus permiten reformular el problema en términos operativos. La primera es que la carencia tiene un componente de infraestructura: la cocina disponible resulta insuficiente cuando ambas salas están ocupadas y deben salir simultáneamente sesenta personas, y hay sedes de la propia institución donde sí se ofrece el servicio. La segunda es que la salida de los participantes del recinto durante el descanso introduce un riesgo efectivo: un relator refiere que un participante se accidentó al salir del centro a buscar alimentación, en circunstancias que la empresa no le había informado que debía llevar colación.

> *«Al no tener break, al no llevar colación, cosa que la empresa no le avisa tampoco, muchos llegan y dicen "yo pensé que acá daban", salen del centro… y una vez se me accidentó un viejito saliendo. Entonces igual es peligroso que los participantes salgan; o por último que la Mutual tenga ahí una máquina de galletas» (R2).*

3. Gestión Previa: Mejorar la comunicación con las empresas para que los trabajadores sepan a qué curso van y qué requisitos (como llevar sus propios EPP para inspección) deben cumplir, evitando pérdidas de tiempo. Sin sus propios elementos de protección personal —en particular el calzado de seguridad, que el centro no puede facilitar— el trabajador no puede ejecutar la parte práctica del curso.

> *«Hay trabajadores que llegan y dicen "tengo un curso". "¿A qué curso?". "Tengo un curso"… Algo los prevencionistas de las empresas no están leyendo; hay trabajadores que llegan totalmente desinformados… A veces el trabajador llega sin su EPP y sin su EPP no puede desarrollar el curso… el trabajador termina perdiendo la jornada» (R5).*

4. Infraestructura, capacidad y brechas de simulación: los capacitadores valoran de manera unánime la infraestructura del centro —al que comparan favorablemente con otras alternativas disponibles en el país— y, a la vez, identifican tres brechas específicas. La primera es la inexistencia de un simulador de trabajo vertical, ausencia que se considera no sustituible por adaptaciones improvisadas. La segunda es la limitación de capacidad: solo dos salas de teoría, lo que restringe el número de cursos diarios e impide aprovechar plenamente una infraestructura práctica de buen nivel. La tercera es la actualización tecnológica del equipamiento, particularmente en altura, donde un relator observa que la oferta del mercado ha avanzado más rápido que la disponible en el CERC.

5. Duración de los cursos: el corpus muestra una divergencia. Un capacitador del área de conducción sostiene que la duración actual es adecuada y que extenderla sería contraproducente. Un capacitador de altura y espacios confinados sostiene lo contrario, pero refiriéndose a contenidos específicos de alta demanda técnica.

> *«Mandan un trabajador a hacer un curso de trabajo vertical —que es muy diferente a un trabajo de altura— a un curso de 4 horas. Y yo me demoro en enseñarle los nudos a una persona en 4 horas, más todo lo que tiene que aprender» (R4).*

6. Vacío normativo como límite externo: finalmente, un capacitador identifica una restricción que excede al CERC pero condiciona su trabajo: la ausencia de regulación específica sobre trabajo en espacios confinados en Chile, que obliga a construir el estándar por analogía con otras normas, y el hecho de que la investigación de accidentes clasifique el evento por su mecanismo inmediato —intoxicación, caída— y no por la condición de espacio confinado que lo hizo posible. La consecuencia es doble: el instructor carece de un respaldo

normativo firme frente a las empresas, y el sistema no genera la información que permitiría dimensionar el problema.

> *«Un trabajo en espacio confinado no tiene leyes asociadas. No tenemos a qué afirmarnos… Determinan que la persona se murió porque se intoxicó, o que cayó de altura, pero no está enfocado a que falleció porque no estaban dadas las condiciones para trabajar en un espacio confinado» (R4).*

Conclusiones del análisis de entrevistas a capacitadores del CERC

Los instructores del CERC no se ven a sí mismos como meros transmisores de procedimientos. Su rol percibido es el de "romper la inercia" del trabajador (la sobreconfianza, el hábito, la motivación extrínseca). Para lograrlo, se basan en una pedagogía de impacto (Shock) que se sustenta en el vínculo y la tecnología de simulación (que permite el "error controlado"). El análisis permite agregar que ese repertorio no se agota en el impacto: incluye un segundo mecanismo de carácter participativo —trabajo grupal, lluvia de ideas, gamificación— que los propios relatores describen como igualmente eficaz y que, sin embargo, depende del criterio individual de cada relator y no de un estándar formalizado del CERC.

El análisis cualitativo sugiere que el CERC es altamente efectivo en generar conciencia situacional inmediata (el "clic" emocional durante la simulación). Sin embargo, la transferencia de este conocimiento está fuertemente amenazada por factores externos al CERC (cultura de producción de las empresas clientes y falta de recursos).

Una vez que el trabajador sale del CERC, se enfrenta a la "inercia del sistema productivo", donde la cultura de la empresa puede anular el aprendizaje o minimizar su capacidad de ser implementado.

Las empresas no envían a sus trabajadores al CERC primariamente para prevenir accidentes (motivación intrínseca), sino para cumplir con un requisito burocrático (motivación extrínseca). Esto explicaría por qué la cultura de producción y la motivación del "papelito" son las barreras dominantes. El CERC es visto como un trámite, no como una herramienta de transformación cultural.

El análisis permite formular cuatro conclusiones adicionales. Primero, que existe un problema de trazabilidad y estandarización que se manifiesta en tres planos simultáneos: contenido de la presentación, criterio de evaluación y mensaje de los profesionales de terreno. Segundo, que el estatus evaluativo de los cursos no está definido de manera unívoca. Tercero, que la ausencia de retroalimentación no es solo una carencia de información de gestión, sino un factor que afecta la capacidad del centro para mejorar y, según declaran los propios relatores, su motivación profesional. Y cuarto, que la evidencia anecdótica disponible apunta consistentemente a un efecto organizacional —reposición y actualización de equipamiento en las empresas— que hoy no se registra ni se mide, pese a ser un impacto tangible.

3.4.2 Análisis de entrevistas realizadas a trabajadores capacitados en CERC

El presente análisis aborda la perspectiva de quienes recibieron el entrenamiento. Se indaga en lo ocurrido durante la capacitación, en los cambios de práctica posteriores y en las condiciones organizacionales que los hicieron posibles o los impidieron.

Corpus analizado

El corpus está compuesto por nueve entrevistas semiestructuradas a personas que cursaron entrenamientos de riesgos críticos en el CERC.

Tabla 23. Caracterización del corpus de participantes entrevistados

Entrevistado	Ocupación y rubro	Curso referido	Frecuencia de exposición	Experiencia previa en el riesgo
E1	Supervisor de mantención de monumentos y áreas verdes, concesión municipal (región norte). Integrante de comité paritario.	Altura; extintores; primeros auxilios; andamios	Diaria en supervisión; altura ocasional	Amplia (cerca de 20 años en el rubro)
E2	Repartidor en motocicleta, servicio a empresa externa	Simulador de conducción de motocicleta	Diaria	Amplia en conducción
E3	Técnico de optimización de tiempos de mantenimiento ferroviario, operador de transporte metropolitano	Altura; bloqueo y etiquetado (solo teórico)	Reciente y creciente	Nula en altura
E4	Operario de lavado de contenedores de residuos, incluidos peligrosos	Espacios confinados y altura	Ocasional (aprox. mensual)	Nula en espacios confinados
E5	Técnico de telecomunicaciones, trabajo en poste. Sufrió accidente grave reciente.	Altura; espacios confinados; manejo defensivo; extintores	Diaria y constante	Amplia (cerca de 10 años en altura)
E6	Soldador y técnico de fibra óptica en cámaras subterráneas, empresa subcontratista del sector telecomunicaciones. Persona migrante.	Altura; espacios confinados; electricidad básica	Diaria	Amplia, adquirida en el extranjero
E7	Técnico de telecomunicaciones, trabajo en poste. Actualmente cesante.	Altura y rescate; riesgo eléctrico; extintores	Diaria cuando estaba activo	Muy amplia (17 años)

E8	Supervisor de brigadas de mantenimiento de líneas de media y alta tensión, empresa contratista del sector transmisión eléctrica (zona sur)	Altura geográfica y física	Por trabajo programado o falla del sistema	Muy amplia; incluye desempeño previo en minería
E9	Profesional de levantamientos e inspección visual en terreno, empresa contratista de servicios a la minería	Altura	Esporádica	Nula en altura

Ámbitos de la pauta de entrevista

La pauta semiestructurada organizó la conversación en cinco ámbitos:

- Motivación y acceso: razones de participación, expectativas previas y nivel de conocimiento anterior al curso.
- Experiencia durante el entrenamiento: actividades más útiles, actividades sorprendentes, valoración del relator, adecuación de la duración y de los contenidos.
- Aplicación en el trabajo: cambios de práctica posteriores al curso, disponibilidad de equipamiento y condiciones para aplicar lo aprendido, dificultades de aplicación.
- Contexto organizacional: prioridad asignada a la seguridad, charlas preventivas, supervisión, capacidad de detener o rehusar una tarea insegura, situaciones de trabajo contrarias a lo enseñado.
- Valoración y oportunidades de mejora: calificación global del curso, comparación entre formación práctica y teórica, recomendación a terceros y propuestas de modificación.

A continuación, se presentan los hallazgos estructurados en torno a las categorías emergentes del corpus de entrevistas de trabajadores capacitados en el CERC.

La obligación como puerta de entrada

Todos los entrevistados declaran haber asistido al curso por una exigencia externa. La exigencia proviene de tres fuentes: el empleador directo, la empresa mandante, el regulador sectorial.

> *«Exigencia de la empresa» (E2); «Es exigencia de la empresa. Por la certificación, porque cada vez que uno entra a un empleo nuevo te piden eso» (E5); «La empresa mandante exige muchos cursos que tienen que ver con el tema de la Mutual» (E8); «Requisito de la empresa» (E9).*

En el caso de las empresas contratistas, la exigencia se describe como una exigencia contractual: la prioridad preventiva se origina en el plan de prevención de cada mandante.

> *«Es una prioridad porque tenemos que acogernos a los planes de cada empresa que nos contrata. Es importante por cualquier accidente: está lo que le puede pasar al trabajador y después están las consecuencias» (E9).*

Sin perjuicio de lo señalado, el carácter obligatorio de la asistencia no compite con la adhesión personal: sino que coexiste con ella. Los entrevistados describen una motivación propia que se superpone a la exigencia de la empresa sin sustituirla.

> *«Hay una motivación personal de querer aprender más sobre el tema de prevención [...] siempre el autocuidado, que aparte de ser algo personal, lo he llevado a la mano y lo he difundido con mis trabajadores» (E1); «Por ambas cosas. Nunca había asistido a un curso de altura, me llamaba la atención participar» (E3).*

Un subconjunto de casos presenta una función específica de la capacitación recibida: no acredita una competencia frente a un riesgo, sino que habilita el acceso a una tarea o función.

> *«Si no tienes ningún curso no pueden meterte en ninguna cámara, no puedes montarte en escalera» (E6); «De repente tenemos que subir a un andamio y antes no podíamos porque no teníamos el curso» (E9).*

Finalmente, dos informantes describen el certificado como un activo de empleabilidad que se encuentra sujeto a caducidad, lo que introduce una carga de repetición de capacitaciones o entrenamientos sin un correlato nítido asociado a nuevos aprendizajes.

> *«A veces tienen vigencia de dos años el curso. Y si usted se cambia de trabajo en menos de los dos años, tiene que volver a hacerlo por un dealer nuevo, es decir, tengo que volver a hacer los cursos, aunque los tenga vigentes» (E7).*

El punto de partida: conocimientos previos heterogéneos

El corpus muestra importantes diferencias en el nivel de conocimiento previo de los participantes, que va desde el desconocimiento total del riesgo hasta el dominio experto del oficio. Esta dispersión es relevante, porque el análisis del corpus sugiere que la magnitud del cambio de práctica posterior depende principalmente de la brecha entre el conocimiento inicial del trabajador y los contenidos entregados. La formulación se plantea como hipótesis derivada de los nueve casos analizados.

En un extremo se sitúan quienes no percibían la existencia del riesgo:

> *«No, cero. Cero con los riesgos. Yo igual me subía a la casa, al techo, a limpiar las canaletas, pero cero riesgo veía» (E3); «Yo no sabía nada. Nunca de usar medidor de gases, medir el oxígeno, a cuánto se puede bajar» (E4); «En lo que*

refiere a las cámaras subterráneas no tenía ningún conocimiento de que había poco oxígeno» (E6); «Todo lo que me enseñó era nuevo» (E9).

En el extremo opuesto se sitúan quienes declaran que el curso no aporta contenidos desconocidos:

«No había cosas que no sabía. Solo fue reforzamiento más que nada» (E2); «La prevención ya está automatizada en mi función diaria laboral» (E7); «Lo que dicta el curso nosotros igual lo sabemos ya. Con la cantidad de tiempo que llevamos, ya lo sabemos» (E8).

Un informante nombra el problema en su forma organizativa y propone la solución, en una observación que el resto del corpus no formula pero que resulta consistente con él:

«No es un tema de contenido, sino de que los grupos eran medio disparejos. Nosotros teníamos una necesidad más puntual y no requeríamos tantas indicaciones. En cambio, otras personas iban a trabajar directamente y necesitaban más explicación o más trabajo práctico, focalizado en la labor que iban a hacer; por ejemplo, algunos iban a limpiar vidrios. Sería bueno separar un poco a los participantes» (E9).

La práctica como dispositivo de aprendizaje

La valoración de la modalidad práctica es transversal en los entrevistados y se formula en términos consistentes: la práctica fija el aprendizaje, mientras que la exposición teórica tiende a olvidarse.

«Teórico nunca va a funcionar, al menos para este tipo de cursos» (E2); «En la práctica es totalmente diferente a lo que uno estudia» (E4); «Cuando usted va a lo práctico, lo está mirando, lo está haciendo, y eso hace que tenga una mayor retención» (E8); «Sería menos efectiva [solo teórica]. El hecho de que sea teórico-práctico es mejor» (E9).

Conviene precisar que la valoración no es de la práctica en desmedro de la teoría, sino de su articulación. Dos informantes formulan expresamente el carácter complementario de ambos componentes.

«yo creo que las dos son importantes… uno para poder entender quién estudia este tema, por qué un arnés y no otro» (E3); «yo creo que van de la mano… se potencian entre sí» (E7).

El análisis de los incidentes concretos permite precisar el mecanismo. Lo que los informantes describen como decisivo es la experimentación corporal de la exposición al riesgo en un entorno controlado.

«La actividad de colocarme el arnés, de subirme a un techo, de anclarme con el cáncamo de la cuerda de vida, para poder entender la necesidad de estar siempre

amarrado» (E3); «Literalmente el techo estaba a un metro y medio, y ya uno le da un poco de temor caerse de esa altura» (E3).

La actividad de suspensión en arnés aparece en el corpus de participantes descrita desde la vivencia, como la herramienta pedagógica más potente

> *«Vino un camión de la Mutual. [Un compañero] participó como ejemplo y se puso el arnés, quedó colgando, para que pudieran hacer este movimiento y no sufrir la estrangulación de la ingle» (E1).*

Lo mismo ocurre con el uso de fuego real en quienes participaron en capacitación en el uso de extintores, donde uno de los entrevistados distingue explícitamente entre la instrucción recibida y la capacidad efectiva de ejecutar:

> *«Uno de ellos fue con fuego de verdad y practicamos, haciendo el abanico, calculando la dirección del viento. Yo nunca he apagado un amago de fuego, pero si no fuera por estos cursos, realmente no sabría» (E1).*

El módulo de rescate concentra las reacciones de mayor intensidad de las entrevistas analizadas y es señalado como la actividad más sorprendente por cuatro informantes.

> *«El rescate de una persona electrocutada en una escalera. Eso me dejó tonto, porque era la primera vez que veía un rescate que no fuese de un bombero» (E6); «El rescate de algún compañero que haya sido tocado por electricidad y que haya quedado inconsciente en el poste. Es espectacular lo que se aprendió ahí» (E7); «Las actividades más útiles fueron los rescates» (E8); «El rescate de una persona en un espacio confinado… es un espacio muy chico y poder saber hacerlo» (E4).*

Sin embargo, esta capacitación concentra también dos objeciones relevantes, de naturaleza distinta entre sí y ninguna de ellas referida a la calidad de la enseñanza. La primera es de orden ético-legal:

> *«Hay partes que no [son relevantes], como la de rescatar personas, porque ahí no concuerdo un poco con la ley. Si yo le entrego primeros auxilios y cometo algún error y esa persona fallece, el culpable prácticamente soy yo» (E5).*

La segunda es de orden operativo y proviene de un entrevistado que realiza tareas de supervisión, quien sostiene simultáneamente que el rescate fue lo más útil del curso y lo más difícil de aplicar:

> *«Nosotros no podemos andar trayendo todo el equipamiento en la estructura en la cual estamos trabajando. Eso es una rondana y un cordel nada más. No es el equipamiento completo con la doble rondana, con el freno y todo lo que nos pueden mostrar en los cursos. [...] En los cursos es algo que se hace con tiempo. Pero cuando sea un rescate en sí, no va a ser: tenemos quince, veinte minutos a tope máximo. Entonces el material, en subirlo, ya se nos va la mitad del tiempo» (E8).*

La coexistencia de valoración máxima e inaplicabilidad en un mismo informante es significativa. Sugiere que la actividad de rescate cumple actualmente una función predominantemente demostrativa —genera impacto, conciencia y adhesión— más que capacitante en sentido estricto. Si esa es la finalidad buscada, corresponde declararla; si no lo es, el módulo requiere ajustarse al equipamiento efectivamente disponible y a las condiciones reales de aplicabilidad de cada rubro.

El relator como mediador del aprendizaje

La valoración del cuerpo docente es positiva de manera transversal y se asocia a dos atributos: la experiencia biográfica del relator con el riesgo que enseña y su capacidad de establecer un vínculo horizontal con el auditorio. La condición de bombero de varios instructores es mencionada espontáneamente por cuatro informantes como fuente de credibilidad.

> *«No es lo mismo una persona que lo haga por obligación a que una persona lo haga por vocación. Este profesor en particular, como es bombero, tiene vocación de cuidar a las personas, y realmente te transmite el riesgo que él ha vivido» (E3); «Era una persona demasiado bien preparada, un bombero con alta experiencia, y lo hacía él antes y después ponía a la persona» (E6).*

Un informante, cuya función incluye retransmitir los contenidos a trabajadores de baja escolaridad, introduce una dimensión que resulta pertinente para el diseño de los materiales: la adecuación sociocultural del lenguaje formativo.

> *«Muchas veces hay mucho tecnicismo y muchos códigos de decretos donde al final pueden marear a la persona. [...] Es una charla para gente que socioculturalmente no tiene niveles de educación altos; acá es gente que a veces es analfabeta, y que se queden con algo, para mí es un gran logro» (E1).*

El mismo informante formula una crítica específica al soporte utilizado: «cambiaría el uso de las diapositivas con mucha información que al final no se alcanza a pasar… letras muy chicas, dibujos muy reducidos… y luego el relator lo resume en tres palabras» (E1).

Un aspecto en que se observa mayor dispersión en la percepción de los entrevistados es el rigor con que se controla la ejecución de las actividades prácticas. Dos informantes describen situaciones diametralmente opuestas. En un caso, la exigencia procedimental es estricta y el error obliga a reiniciar el ejercicio:

> *«Cuando hicimos el ejercicio, el instructor se preocupó de que siguiéramos los procedimientos, y quien no lo hacía tenía que volver al punto cero. Eso lo encontraba bueno. Había que respetar todo el protocolo, incluido el de mantenerse amarrado. [...] Fueron muchos los que volvieron al punto cero. Algunos tuvieron que volver a ponerse el arnés; otros se enganchaban donde no correspondía; algunos primero subían y después se enganchaban» (E9).*

En el otro, la evaluación se describe como un trámite colectivo sin exigencia individual:

> *«No quiero acusar al profe, pero fue como: "Ya, si responde todo el curso las cinco preguntas que les voy a hacer, pasaron todos". Al final, si el joven que no contestó no aprendió nada...» (E5).*

Lo señalado podría estar dando cuenta de una necesidad de homogeneizar la formación para asegurar trazabilidad de los contenidos a nivel nacional. En ese sentido, lo que los participantes perciben como diferencias de estilo entre profesores podría estar dando cuenta, a nivel institucional, de una indefinición de los mecanismos de evaluación de las capacitaciones.

La brecha entre el escenario formativo y el trabajo cotidiano

Esta categoría concentra los hallazgos que podrían tener el mayor potencial de aplicación para el rediseño de los cursos. Los informantes describen de manera recurrente una distancia entre las condiciones en que se entrena y las condiciones en que se trabaja. El análisis permite distinguir cinco modalidades de ese descalce.

a) Descalce del escenario de simulación

Dos informantes de rubros distintos formulan objeciones al escenario que resultan complementarias. El primero señala que el artefacto empleado no corresponde a la estructura sobre la que trabaja de forma cotidiana, y el argumento es preciso: el andamio protege por diseño y, por lo tanto, no puede reproducir la condición de exposición que define el riesgo del poste.

> *«Ustedes tienen andamios allá, y para nosotros los trabajos en andamios son casi nada. Nosotros trabajamos en poste con el uso de trepaderas, y en la estructura reticulada metálica. [...] En el andamio no estamos expuestos, porque el andamio está protegido con las barandas y estamos con una plataforma. Pero la estructura o el poste no tienen esa comodidad: siempre está incómodo, siempre está expuesto a caída, siempre expuesto a un golpe por un mal paso» (E8).*

El mismo informante extrae la consecuencia sobre la relevancia percibida del curso:

> *«[¿Los contenidos eran relevantes?] En base a mi experiencia, no mucho. Hacemos todo el proceso del curso, pero sabiendo a lo que vamos, porque no nos muestran un paso distinto» (E8).*

El segundo informante sostiene lo contrario respecto del artefacto —el andamio sí se parece al que encuentra en terreno— y sin embargo formula la misma objeción de fondo, referida al entorno: el escenario está saneado y carece de las condiciones degradadas que caracterizan la faena real.

> *«El centro está todo muy limpio. A lo mejor podrían poner obstáculos para saber cómo se manejan esas situaciones. También podrían poner un andamio que no estuviera certificado o no estuviera habilitado, como cuando se usan tarjetas de*

colores: rojo cuando no está en uso y verde cuando se puede usar. Esas cosas se mencionan, pero no están en la práctica» (E9).

Ambos testimonios permiten formular una distinción operativa: la fidelidad de las herramientas y artefactos utilizados no equivale a la fidelidad de la situación. Es posible replicar el "objeto" sin replicar las condiciones en que ese objeto aparece en terreno —sucio, mal armado, sin señalizar, rodeado de maquinaria—. La observación final del segundo informante identifica con precisión la consecuencia formativa: las condiciones no conformes se nombran en la teoría, pero no están presentes en la práctica, de modo que no se entrena la competencia que el trabajo real exige, que es detectarlas y detener la tarea.

b) Descalce de la configuración de la faena

Un informante describe un descalce de naturaleza distinta: la prescripción está diseñada para faenas de punto fijo y falla cuando la faena se desplaza. El caso es analíticamente valioso porque no constituye una objeción a la forma, sino la identificación de una condición de aplicabilidad que la misma no contempla.

«Siempre en las recomendaciones piden conificar con veinte conos, pero en los operativos de áreas verdes la faena va avanzando y se mueven tanto que al final tenemos que tener a una persona solo para mover los conos. [...] Nos recomiendan mucho tener un punto de sombra con un toldo. Pero en la práctica un toldo se vuela, se queda en un punto mientras todos avanzan, y a la larga se vuelve un riesgo mayor» (E1).

c) Descalce del rubro de referencia

Para algunos de los entrevistados el estándar minero opera como referente en el diseño de los contenidos y es leído de manera opuesta según la exposición real del rubro del participante. Para quien trabaja en un sector de menor exposición, funciona como una exigencia inalcanzable que produce una sensación permanente de insuficiencia; para quienes provienen de la minería o le prestan servicios, opera como referente de excelencia.

«Hay muchos cursos que tienden a optar por estándares mineros, y nosotros, estando en áreas verdes, no llegamos a eso. En la minería es una exigencia demasiado alta porque los riesgos son mayores. De repente sentimos que estamos cumpliendo con el mínimo» (E1); «Yo tengo la experiencia de haber trabajado en minera, y en minera la exigencia es superior. Ahí llegan profesionales de trabajo en altura y ellos siempre están al tanto de todo lo que se va modernizando» (E8).

d) Riesgos y escenarios omitidos

Los informantes identifican condiciones frecuentes de su trabajo que no son abordadas por el temario. Los vacíos señalados son específicos de cada rubro, por lo que esta dimensión

difícilmente alcanzará consenso entre los entrevistados por lo que debe tratarse como inventario de necesidades.

> *«No te aborda los tiempos de lluvia. Y los altos tráficos. No te apoyan en un día de lluvia con cuál es el tip, cómo lo podrías hacer, qué deberías evitar» (E5); «En los shafts de los edificios hay constantemente peligro; hay compañeros que han muerto electrocutados. Faltaría un curso de eso» (E7); «[El curso de bloqueo] fue teórico nomás, no fue práctico, no nos enseñaron a colocar el candado» (E3).*

Dos precisiones resultan pertinentes. La primera es que el vacío señalado sobre el trabajo en condiciones de lluvia admite dos lecturas contrapuestas: mientras un informante pide que el curso entregue criterios para operar bajo lluvia porque su empresa lo envía igualmente a terreno (E5), otro sostiene que en esas condiciones simplemente no debe trabajarse y que salir constituye por sí mismo un riesgo inaceptable (E7). La discrepancia es relevante para el diseño, porque muestra que el vacío no es de contenido técnico sino de criterio de decisión: lo que el participante requiere no es una técnica para trabajar bajo lluvia, sino un respaldo normativo explícito para no hacerlo. La segunda precisión es que el caso de los shafts de edificios (E7) describe un escenario de riesgo eléctrico con resultados fatales conocidos por el informante, cuya condición determinante —el estado de mantenimiento de instalaciones de terceros a las que el trabajador accede sin información previa— no está cubierta ni por el curso ni por la supervisión de la empresa.

e) Los EPP correctos dificultan la ejecución de la tarea

Esta modalidad adicional de descalce se refiere no al escenario sino al equipo de protección personal. Siete de los nueve informantes describen situaciones en que la función sacrificada es siempre la precisión manual o el campo visual.

> *«Todos los EPP de moto dificultan hacer la tarea, todos. Pese a que protegen, incomodan, porque es ropa sobre ropa; uno anda tieso» (E2); «Con los guantes dieléctricos y los de cabritilla, la manipulación del elemento, las fibras muy delgaditas, con dos guantes en cada mano, se hace medio difícil» (E7); «Los lentes se empañan [...] al final la instrucción era: trabaje cinco o diez minutos y si el lente le complica, haga cinco minutos de pausa» (E1).*

Las estrategias de afrontamiento documentadas son cuatro: sustituir el elemento por otro de menor protección, alternar su uso con pausas, acotarlo a la ventana mínima de la tarea que lo requiere, o normalizar la incomodidad. Solo la tercera preserva el estándar; las restantes parecen degradarlo en algún grado.

La adopción de conocimientos y sus condiciones

El análisis identifica cambios de práctica concretos y verificables en cinco de los nueve informantes, ausencia de cambio declarada en tres, y un caso en que el aprendizaje se produjo, pero la ocasión de aplicarlo es marginal.

Los cambios reportados son específicos y trazables:

> *«Lo que más me quedó grabado es que los dos cabos de posicionamiento son tan importantes como obvios, porque cuando uno tiene un solo cabo y va subiendo y lo desengancha para volver a subir, en esos segundos uno queda en el aire» (E1); «Nunca lo había hecho. Entonces ahora cada vez que me subo ocupo el arnés, lo acomodo bien, lo aseguro bien y me engancho a la cuerda de vida» (E3); «Antes de meterse en la cámara uno destapaba y se metía. ¡No! Hay que hacer pruebas. Y en ese curso lo aprendí» (E6); «Cómo anclar bien las zapatas, la posición de la escalera, que a veces uno busca la forma más cómoda pero por seguridad no es lo mismo» (E5); «El punto donde uno se tiene que anclar. Yo pensaba que podía ser cualquier punto de anclaje, y no» (E9).*

Un informante describe además un cambio que no es procedimental sino de criterio, y que resulta particularmente pertinente para el objetivo del centro: la revisión del propio exceso de confianza como fuente de error.

> *«Uno cree que por la experiencia uno se va del punto uno al diez para ejecutar el trabajo sin hacer esas otras evaluaciones… el exceso de confianza de la persona a veces lo hace cometer errores» (E6).*

En contraste, tres informantes declaran no haber modificado ninguna práctica:

> *«[¿Cambiaste algo?] No. Porque yo manejo con cuidado» (E2); «[¿Algún hábito que haya cambiado?] No» (E4); «No, no, le sumé» (E7).*

El cotejo entre ambas experiencias permite identificar que el cambio de práctica sólo se produce cuando el curso revela una brecha concreta —de conocimiento, de norma, de equipamiento, de técnica o de autorización— y no ocurre cuando el curso confirma el saber previo. Como ejemplo, se puede citar a un entrevistado que declara que el curso no le mostró nada nuevo salvo el módulo de nudos es, precisamente, quien reporta como único cambio haber practicado nudos.

> *«Sobre todo cuando nos enseñan las clases de nudos, a nosotros sí nos ayuda mucho, porque trabajamos con una cantidad de nudos pero no con todos los que existen. [...] Después del curso nosotros fuimos a practicar el tema de nudos, buscamos más cantidad de nudos, algo que nos pudiera apoyar en maniobras distintas» (E8).*

La implicancia de lo anterior es crítica pues la magnitud del cambio conductual parece depende de la brecha revelada y no sólo de la calidad pedagógica del curso. Un curso de excelente factura dictado a una persona sin brechas de conocimiento produce un resultado indistinguible de uno deficiente. En ese sentido, la pregunta sobre la calidad de la oferta de cursos se desplaza hacia la pertinencia de la asignación de participantes según su nivel de conocimiento previo.

Un cuarto tipo de desenlace, no anticipado en el diseño, corresponde al caso en que el aprendizaje se produce íntegramente, pero la frecuencia de exposición es tan baja que la ocasión de aplicarlo resulta marginal:

> *«[¿Hay situaciones en las que quisiera aplicar lo aprendido y no puede?] No, porque lo nuestro es muy esporádico. No tiene tanto uso» (E9).*

Un efecto indirecto del conocimiento y aprendizaje incorporado tiene que ver con la reposición de equipamiento. Tres informantes describen un mecanismo de transferencia que opera sobre la organización y no sobre la conducta individual: la comparación entre el equipamiento exhibido en el curso y el disponible en la empresa gatilla su reposición o revela equipo deficiente no advertido previamente. Se trata de un efecto tangible de los procesos de capacitación.

> *«Trabajábamos con un arnés con un solo cabo de posicionamiento y luego del curso, que mencionan que mínimo son dos, actualizamos el arnés. Veíamos que el que teníamos era antiguo, que estaba manchado con pintura» (E1); «Cada vez que hacen un curso y ven algo que no tienen, la empresa se los provee» (E8); «Nos dimos cuenta, cuando hicimos el curso, de que en la empresa teníamos arneses que estaban por vencer y no lo habíamos advertido. [...] Hay que tener un catastro de qué artículos o EPP están vigentes y cuáles están por vencer» (E9).*

Barreras organizacionales para la aplicación de lo aprendido

El análisis de las entrevistas realizadas muestra que la posibilidad de aplicar lo aprendido no depende sólo del aprendizaje, sino que las condiciones organizacionales de la empresa a la que retorna el participante determinan si el estándar es ejecutable.

En un polo se sitúan organizaciones con alta institucionalización preventiva, donde la detención de la tarea está procedimentada y no tiene costo para quien la solicita:

> *«Usamos la charla de cinco minutos todos los días. Y a nivel empresa hacemos un día de la seguridad, que es el primer viernes del mes» (E8); «Estamos todos facultados para levantar la mano y decir que no se puede hacer. Y cuando alguien levanta la mano, se paran los trabajos, se toma el tiempo, se analiza lo que se va a hacer y se retoma, pero ya con una conversación para que todos estén claros» (E8); «En cada turno. Son tres turnos y en cada turno hay una charla de seguridad asociada a los riesgos del mantenimiento» (E3); «Si hay algo riesgoso se evalúa, y si no hay los medios adecuados no se ejecuta la intervención» (E3).*

En el polo opuesto se sitúan organizaciones donde la seguridad existe como registro documental sin correlato en terreno. El testimonio de un entrevistado describe la solicitud de firma de documentos que acreditan entregas y actividades que no ocurrieron:

> *«Tengo todos los documentos por firmar, porque siempre les digo: "Si yo no tengo esa charla, ¿por qué tengo que firmar un documento que la acredita?"» (E5); «Me llegó un mensaje de que tenía que firmar una documentación donde decía que me estaban pasando cuerdas de viento y otros accesorios, los cuales yo nunca tuve» (E5); «Debería haber un prevencionista, pero la empresa cuenta con un asesor de prevención. Nunca lo he visto; ni siquiera lo conozco» (E5).*

La secuencia completa de este caso merece consignarse porque documenta, en un solo relato, el conjunto de mecanismos. El trabajador detecta una condición insegura —zapatas vencidas de la escalera— y la reporta; recibe un reemplazo también defectuoso y vuelve a reportarlo con respaldo fotográfico; se le devuelve el equipo original con la explicación de que no hay otro; ejecuta la tarea porque su remuneración depende de la producción; sufre una caída desde aproximadamente tres a cuatro metros con lesiones múltiples. Tras el evento, la empresa entrega cuerdas de viento al resto de los técnicos, sin otras modificaciones.

Esta situación también muestra el límite de la facultad de rehusar cuando quien la ejerce depende de la producción para su ingreso.

> *«"Oiga, jefe, la escalera tal…". "Es que no tenemos más". Y la cosa es que si yo no produzco, no gano. Traté de preocuparme de todo lo que más podía, tratar de anclar todo lo que más se podía… Cuento corto, se resbaló la escalera» (E5).*

En ese sentido el factor que se identifica como principal erosionador del estándar de seguridad es la presión productiva asociada a remuneración variable.

> *«El sueldo que uno genera es en su mayor parte por la producción; entonces, estar poniéndose el arnés completo, estar amarrando la escala, consume tiempo, y los colegas a veces ese tiempo lo piensan en plata» (E7); «El autocuidado se ve opacado porque uno va pasando y va apurado» (E2); «Por apuro o por complacer al jefe» (E6).*

La contribución específica del corpus de trabajadores entrevistados es identificar el mecanismo concreto: no se trata de una orden explícita de trabajar inseguro, sino de una estructura de remuneración en la que detenerse tiene un costo económico personal e inmediato.

El certificado como recurso de legitimidad

Un hallazgo que merece destacarse por su implicancia para el diseño del programa es que los participantes no solo reciben el curso, sino que lo utilizan como recurso de autoridad, el certificado como un título que le confiere poder para oponerse a una instrucción.

> *«A veces los jefes quieren que uno ingrese en una cámara donde ya te dieron un curso [que indica] que no puedes ingresar. Entonces tú tienes propiedad como decirle a tu jefe: "No, yo no me voy a meter allí antes de que usted me dé un equipo especializado"» (E6); «Dentro de los cursos nos han enseñado que el*

trabajador tiene el derecho a decir que no, si se siente inseguro» (E1); «Eso es lo bueno que tiene la empresa: que si algo es inseguro y puede afectar la vida de uno, uno puede decir que no» (E4).

En términos de la jerarquía de controles, esto sugiere que la capacitación no opera únicamente como control sobre el comportamiento individual, sino que produce un efecto secundario sobre la relación laboral: dota al trabajador de un argumento legitimado para rehusar una tarea. Su eficacia, sin embargo, es desigual y depende de la posición jerárquica y de la forma de remuneración.

Quien ejerce funciones de supervisión formula la negativa como una prerrogativa incontestada —«nadie me puede pedir a mí que haga algo que no corresponde, porque yo no lo voy a hacer» (E8)—, mientras quien ocupa una posición operativa con remuneración por producción describe el mismo acto como una decisión con costos económicos y sociales concretos (E5, E6). La facultad de detener la tarea existe formalmente en ambos casos; su ejercicio efectivo aparentemente no.

La valoración del curso

La totalidad de los entrevistados calificó el curso con la nota máxima de la escala de uno a siete.

«Un 7. Si es la nota máxima, un 7» (E1); «Yo le pondría 7 porque el curso es supercompleto» (E2); «El 7. No, estuvo excelente el curso» (E3); «No, 7. Con 53 años que tengo, nunca había asistido a un curso tan completo» (E6); «7, y porque es prioridad la salud, lo primero» (E7); «Un siete, porque me enseñó temas técnicos que yo no conocía. No tenía idea» (E9).

Sin embargo, es necesario analizar estas calificaciones con precaución, ya que otorgan la misma calificación quien transformó su práctica, quien declara no haber cambiado nada, quien sostiene que el curso no le mostró nada nuevo y quien no tiene ocasión de aplicarlo.

Los mismos informantes que otorgan la nota máxima formulan críticas en otros tramos de la conversación. La interpretación que se podría ajustar mejor a los datos es que la calificación y la objeción se refieren a objetos distintos: la nota valora que el dispositivo exista, que sea gratuito y que la institución se ocupe del asunto; la objeción valora su rendimiento específico. Un informante mantiene ambos juicios separados en una sola frase:

«Del 1 al 7, en cuanto a lo que es teoría y a lo práctico que podemos hacer, sí, un 7. Pero sí encuentro que les falta. O sea, para nosotros, para lo que nos pueden enseñar a nosotros» (E8).

Esta interpretación se ve reforzada por el modo en que dos informantes fundamentan su recomendación del curso a terceros: apelan a su gratuidad y a la conveniencia de aprovechar la oportunidad, antes que a un contenido específico —«que aprovechen todo lo que les están

dando porque son gratis los cursos» (E5); «ojalá todas las empresas mandaran a hacer esos cursos» (E6).

A esta interpretación deben agregarse tres consideraciones metodológicas que operan en el mismo sentido. La primera es el sesgo de deseabilidad social: la evaluación se solicita respecto de una prestación gratuita entregada, en posible interpretación de los entrevistados, por la institución que realiza el estudio, condición que tiende a elevar sistemáticamente las puntuaciones. La segunda es el sesgo de selección del voluntario: los nueve informantes aceptaron ser entrevistados, subconjunto en el que cabe esperar una disposición más favorable hacia el dispositivo que en la población convocada. La tercera es el efecto de halo, por el cual una valoración global positiva del CERC —de su infraestructura, de sus relatores, del hecho mismo de que exista— se traslada a la evaluación de dimensiones específicas que el propio entrevistado critica en otros tramos de la conversación. En conjunto, estas consideraciones permiten concluir que la nota máxima unánime constituye un indicador de legitimidad del dispositivo y no necesariamente una medida de su efectividad formativa.

Finalmente, cabe consignar que un informante identifica una función del curso no señalada previamente, consistente en revelar al participante su propia aptitud para el trabajo:

> *«Pone a la persona en una situación en la que puede darse cuenta de si es apta para eso. Tú lo mides ahí, en un lugar limpio, y te das cuenta de si puedes subir en un lugar donde hay maquinaria» (E9).*

Oportunidades de mejora identificadas por los trabajadores

Las propuestas de mejora emergieron mayoritariamente en el tramo abierto final de la entrevista. Cuatro informantes de rubros y posiciones distintas formulan variantes de un mismo diagnóstico: el curso no dialoga con el contexto laboral del participante.

1. **Informar o capacitar a las jefaturas directas**. Dos informantes señalan que el aprendizaje retorna a una organización que desconoce su contenido, y uno de ellos identifica a la propia jefatura como origen de la instrucción insegura:

> *«El supervisor no está 100% seguro de si aprendimos o no aprendimos» (E5); «Había que mandar también a hacer curso a los supervisores de uno, a los que van a manejar al personal, porque a veces el mismo jefe lo induce a que haga el trabajo» (E6).*

El primero de estos informantes precisa además el formato de la solución que imagina, que no supone necesariamente la asistencia del supervisor al curso: «que ustedes le entregaran un certificado y que las empresas tengan conocimiento de a qué va uno… no que lo hicieran, pero sí que al menos supieran de qué se trató» (E5). Se trata de un reporte de contenido dirigido a la jefatura, de bajo costo de implementación.

2. Diagnosticar el rubro y permitir la transmisión bidireccional.

> *«Que cuando uno llega al curso le pregunten cuál es el rubro, cómo lo hacen y qué les gustaría aprender [...] y enseñar lo que uno sabe, y que de la otra parte, con el conocimiento que ellos tienen, le puedan también retribuir más información» (E8).*

3. **Segmentar los grupos por necesidad real de uso**, de modo de resolver la heterogeneidad de conocimientos previos.

4. **Entregar material impreso portable**. Dos informantes formulan la misma propuesta con términos casi idénticos:

> *«Deberían entregar información en un folleto, en algo impreso, que sea como un torpedo que uno tuviera en una carpeta [...] un papel impreso llega más que cuando a la gente le mandan un PDF y la gente a veces ni siquiera lo abre» (E1); «Entregar un díptico práctico con los tips del curso y los procedimientos» (E9).*

5. Incorporar condiciones degradadas al escenario práctico: obstáculos, andamios no habilitados, etc.

6. Incorporar la estructura real del rubro al escenario: poste de cemento o estructura reticulada.

7. Aplicar un diagnóstico de aptitud previo a la inscripción.

> *«Sería mejor hacer un ensayo o examen previo de vértigo a quienes van a realizar el curso. A nosotros nos mandaron, pero nadie preguntó si alguien tenía vértigo ni si era un requisito para el curso» (E9).*

8. Evaluar sistemáticamente al relator y ampliar la duración cuando se incorporan contenidos de primeros auxilios.

9. **Aumentar la proporción de tiempo destinado a la actividad práctica y reducir la exposición frontal**, propuesta formulada por un informante en términos de interactividad: «menos teoría y más interacción con las cuerdas, con los postes… que sean más interactivos que monótonos» (E5).

Conclusiones para análisis de entrevistas a trabajadores capacitados en CERC

El análisis de entrevistas de trabajadores permite formular las siguientes conclusiones.

Primero, respecto de la adopción de conocimientos. El CERC produce cambios de práctica concretos, verificables y descritos con precisión técnica por los entrevistados: incorporación del segundo cabo de posicionamiento, uso sistemático de arnés y cuerda de vida donde antes no se utilizaba, medición de gases previa al ingreso a cámaras subterráneas, anclaje correcto de zapatas y posición de escalera, identificación del punto de anclaje válido.

Segundo, respecto de las condiciones de esa adopción. La magnitud del cambio se da en función de la brecha que el curso logra revelar. Esta relación es consistente con los nueve

casos analizados, sin que se registren excepciones en el corpus; ello no autoriza, sin embargo, a generalizarla más allá de él. En consecuencia, un curso de excelente factura dictado a alguien sin brecha no parece producir un resultado observable distinto al de un curso deficiente.

Tercero, respecto de la valoración. La percepción de utilidad y relevancia es máxima y unánime, pero esta calificación parece estar más relacionada con la existencia y gratuidad del dispositivo. El propio contenido de las entrevistas parece proveer la evidencia: los mismos informantes que otorgan la nota máxima formulan objeciones a las capacitaciones en otros tramos de la entrevista.

Cuarto, respecto de las condiciones de ejecución. La posibilidad de aplicar lo aprendido está determinada principalmente por condiciones ajenas tanto al participante como al CERC: la forma de remuneración, la disponibilidad de equipamiento, la institucionalización preventiva de la empresa y la posición jerárquica del trabajador.

Quinto, el entrenamiento puede resultar inefectivo por tres vías. 1) Puede fallar por pertinencia, cuando el participante no aprende debido a la ausencia de una brecha de conocimiento o porque el escenario no reproduce sus condiciones de trabajo reales. 2) Puede fallar por autorización, cuando el participante adquiere el conocimiento, pero la organización no lo habilita para aplicarlo (ej. falta de herramientas adecuadas). 3) Puede fallar por ocasión, cuando el participante tiene el conocimiento y la autorización, pero la exposición al riesgo es tan esporádica que la competencia no logra consolidarse.

Sexto, respecto de los efectos no previstos. El corpus documenta al menos tres efectos que el diseño formativo no persigue explícitamente: la reposición o actualización del equipamiento de la empresa gatillada por la comparación con el material exhibido en el curso; la utilización del certificado como recurso de legitimidad para rehusar una tarea insegura; y la función de autodiagnóstico de aptitud para el trabajo en altura. Los tres son susceptibles de ser medidos y, en el primer caso, de constituir un indicador de impacto organizacional.

Se concluye de lo anterior que el CERC produce conciencia del riesgo y competencia técnica percibida. Lo que no puede producir por sí solo, es la condición organizacional que permite implementarlas.

3.4.3 Saturación de la información

La propuesta metodológica del proyecto comprometió la recolección de datos hasta alcanzar la saturación, (Morse, 1995) entendida como el punto en que las nuevas entrevistas dejan de aportar elementos que modifiquen las construcciones analíticas elaboradas. Corresponde por tanto examinar en qué medida ese punto fue alcanzado.

El examen exige distinguir dos niveles de análisis, según el procedimiento adoptado en este estudio (Cáceres, 2003; Strauss y Corbin, 2002). Los *códigos* etiquetan segmentos de contenido y abstraen una propiedad determinada del material: por ejemplo, «el equipo de protección personal dificulta la precisión manual» o «el instructor obliga a reiniciar el ejercicio ante el error». Las *categorías*, en cambio, agrupan códigos en un nivel superior de abstracción y son las que ordenan la exposición del análisis: corresponden a los apartados en que se desarrollan los resultados en 3.4.1 y 3.4.2.

El criterio operativo empleado combina tres indicadores por categoría. El primero es la *presencia*: la proporción de informantes que aportan material a esa categoría. El segundo es el *número de códigos* que la componen. Se considera saturada una categoría presente en la mayor parte del corpus y con una proporción baja de códigos únicos; con saturación parcial, aquella ampliamente presente pero cuyos códigos podrían seguir abriéndose; y no saturada, aquella cuyos códigos son mayoritariamente únicos.

En las tablas siguientes: **X** indica que el informante aporta material desarrollado a la categoría; **P** indica aporte parcial, implícito o tangencial; **O** indica ausencia.

Corpus de capacitadores

Tabla 24. Presencia y estado de saturación de las categorías: corpus de capacitadores (R1 a R5)

Categoría	R1	R2	R3	R4	R5	Estado
K1. Metodología pedagógica basada en el impacto	X	X	X	X	X	Saturación Parcial
K2. La participación: gamificación y trabajo grupal	X	X	X	X	P	Saturada
K3. Estrategia pedagógica: el vínculo como condición del impacto	X	X	X	X	X	Saturada
K4. El estándar normativo como «desde» y su traducción	X	P	X	X	X	Saturación parcial
K5. Coherencia entre objetivos declarados y práctica	X	X	X	X	X	Saturada
K6. La evaluación del aprendizaje	X	X	X	X	X	No saturada
K7. Barreras estructurales para la transferencia del aprendizaje	X	X	X	X	X	Saturada
K8. La «caja negra»: ausencia de retroalimentación institucional	X	X	X	X	X	Saturada

Corpus de trabajadores

Tabla 25. Presencia y estado de saturación de las categorías: corpus de trabajadores (E1 a E9)

Categoría	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Estado
C1. La obligación como puerta de entrada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Saturada
C2. El punto de partida: conocimientos previos heterogéneos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Saturada
C3. La práctica como dispositivo de aprendizaje	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Saturada
C4. El relator como mediador del aprendizaje	X	X	X	X	X	X	X	P	X	Saturada
C5. La brecha entre el escenario formativo y el trabajo cotidiano	X	X	X	X	X	O	X	X	X	Saturación parcial
C6. La adopción de conocimientos y sus condiciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Saturación parcial
C7. Barreras organizacionales para la aplicación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Saturada
C8. El certificado como recurso de legitimidad	X	O	P	X	P	X	P	X	O	Saturación parcial
C9. La valoración del curso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Saturada

.

Categorías saturadas

En el corpus de trabajadores se consideran saturadas seis categorías. En el corpus de capacitadores hay saturación en cinco categorías.

La «caja negra» (K8) merece consideración especial, porque su saturación es de naturaleza distinta a las demás. No se trata de que cinco personas coincidan en una valoración, sino de que cinco personas describan de manera independiente la misma situación de hecho, verificable y de fácil corrección: nadie recibe información sobre el efecto de su trabajo.

Categorías con saturación parcial

Un segundo grupo reúne categorías ampliamente presentes pero cuyos códigos seguían abriéndose al agotarse el material. Es aquí donde la distinción entre ambos niveles resulta más productiva, porque se trata de categorías que, evaluadas solo por su frecuencia, aparentarían estar plenamente establecidas.

El caso más claro es la brecha entre escenario formativo y trabajo cotidiano (C5). Está presente en ocho de los nueve informantes, pero tres de sus siete códigos son únicos y por su importancia analítica son parte del análisis.

La adopción de conocimientos (C6) reparte sus códigos entre un núcleo saturado —cambio trazable y ausencia de cambio, que en conjunto cubren a ocho informantes— y tres códigos únicos que corresponden a desenlaces atípicos: el cambio parcial, el aprendizaje sin ocasión de aplicación y la revisión de la propia sobreconfianza. La tipología de desenlaces, que es el aporte analítico de esta categoría, se sostiene por tanto en casos únicos y debe considerarse provisional. El certificado como recurso de legitimidad (C8) queda en este grupo por una razón distinta: aunque solo uno de sus cuatro códigos es único, la categoría está ausente en dos informantes y sus condiciones de operación —quién puede ejercerlo y con qué costo— varían sistemáticamente según posición jerárquica y forma de remuneración.

En el corpus de capacitadores se ubican aquí dos categorías. La metodología basada en el impacto (K1) está presente en los cinco entrevistados, pero cuatro de sus seis códigos son únicos. La razón es en parte estructural: las modalidades de impacto están segmentadas por familia de curso, de modo que quien dicta conducción con simuladores no está en posición de pronunciarse sobre la suspensión en arnés. Ello no invalida la categoría, pero significa que cada modalidad descansa sobre uno o dos testimonios. Lo mismo ocurre con la traducción del estándar normativo (K4).

Categorías no saturadas y su relevancia

Conviene explicitar por qué su baja consolidación no las hace prescindibles: en investigación cualitativa el criterio de relevancia no es la representatividad sino la capacidad de la construcción analítica para iluminar el fenómeno y orientar la acción.

En cuanto a la evaluación del aprendizaje en el corpus de capacitadores, es el caso extremo: cinco de sus seis códigos son únicos, porque cada uno de los cinco entrevistados describió un procedimiento distinto. Desde el punto de vista de la saturación, esto significa que la categoría no está cerrada y que un sexto entrevistado probablemente habría descrito un sexto procedimiento. Pero ese mismo dato es el hallazgo: la ausencia de saturación no expresa aquí insuficiencia del corpus sino ausencia de estandarización en el objeto. Se trata de un caso en que la no saturación es informativa, y no una limitación. La conclusión que sostiene —que el estatus evaluativo de los cursos no está definido de manera unívoca— no requiere saturación para ser válida, y se ve además corroborada por el corpus de trabajadores.

Limitaciones del análisis

Se pueden señalar tres limitaciones de esta investigación:

1. Ambos corpus están compuestos íntegramente por hombres. Por lo tanto, no es posible generar categorías respecto de situaciones que pudieran presentar variación por sexo —relativas al ajuste del equipo de protección personal, a la posibilidad

efectiva de rehusar una tarea o a la dinámica de los grupos de capacitación— que operen de manera diferenciada.

2. La composición sectorial del corpus sobrerrepresenta el riesgo de trabajo en altura, de modo que los hallazgos sobre fidelidad del escenario no son extrapolables sin más a las restantes familias de curso.
3. Finalmente, la información sobre cambios de práctica es retrospectiva y autorreportada, sin verificación en terreno.

3.4.4 Convergencias y divergencias: diálogo entre perspectivas de capacitadores y trabajadores

El análisis revela una coherencia notable en los diagnósticos de fondo, con divergencias significativas en la atribución de causas y en aquello que cada grupo alcanza a ver desde su posición.

Tabla 26. Convergencias y divergencias entre capacitadores y trabajadores

Dimensión	Perspectiva de capacitadores	Perspectiva de trabajadores
Mecanismo pedagógico	Pedagogía del impacto: el aprendizaje profundo ocurre cuando el trabajador siente el riesgo. La suspensión en arnés es la herramienta más potente.	Confirmación vivencial plena. Describen la suspensión, el fuego real y el vértigo a baja altura como los momentos decisivos del aprendizaje.
Participación y trabajo grupal	Segundo mecanismo declarado: investigación grupal de accidentes, lluvia de ideas y gamificación.	No emerge espontáneamente como categoría.
Barrera principal a la transferencia	Disonancia cultural: las empresas priorizan metas de producción sobre procedimientos.	Confirmación con el mecanismo económico explícito: la remuneración por producción hace que detenerse tenga un costo personal inmediato («si no produzco, no gano»).
Mandos medios	Identificados como punto de bloqueo: buscan bonos y metas, y dificultan la aplicación de lo aprendido.	Convergencia y propuesta: piden que se capacite o al menos se informe a las jefaturas, señalando que es el propio jefe quien induce la tarea insegura.
Motivación de asistencia	Motivación extrínseca: las empresas envían por el «papelito»; se infiere desinterés y trabajadores desmotivados.	Divergencia parcial. Se confirma el mandato empresarial, pero no el desinterés: la motivación extrínseca es de la empresa que envía, no de la persona que asiste.

Trabajador experimentado	Es el más difícil de formar por hábito y sobreconfianza: «cree saber» cómo hacerlo a su manera.	Divergencia de atribución. No se describe resistencia, sino ausencia de contenido nuevo pertinente y un escenario que no reproduce su estructura de trabajo.
Fidelidad del escenario	Emerge de forma parcial. Se identifican brechas de infraestructura (ausencia de simulador de trabajo vertical, actualización tecnológica del equipamiento, limitación de salas), pero no la correspondencia entre escenario y estructura de faena.	Categoría central del corpus. Dos informantes independientes identifican descalce de herramientas utilizadas y descalce de situación (escenario saneado, sin condiciones degradadas).
Estandarización de la enseñanza	Necesidad de homogeneizar la formación de instructores para asegurar trazabilidad; se reportan mensajes contradictorios entre profesionales.	Convergencia por vía independiente: se documenta rigor extremo en un caso («volver al punto cero») y evaluación colectiva sin exigencia en otro.
Evaluación del aprendizaje	Cinco procedimientos distintos entre cinco relatores. No parece existir criterio único de aprobación práctica.	Convergencia plena por vía independiente: la percepción de rigor dispar entre cursos corresponde a una indefinición institucional del estatus evaluativo, y no a diferencias de estilo docente.
Coherencia curricular y trazabilidad	Cuatro de cinco relatores afirman plena coherencia entre objetivos y práctica dentro de su propia clase. El quinto —que participa en la formación de instructores— no observa siempre coherencia entre cursos e instructores.	No es observable desde esta posición. Los participantes solo pueden comparar cuando han cursado varias veces, y en esos casos reportan redundancia antes que contradicción.
Nivel educativo y lenguaje	Señalado como principal dificultad de entrada: escolaridad incompleta y dificultades de lectoescritura en parte de los participantes.	Coincidencia literal desde el informante que retransmite contenidos a su equipo: exceso de tecnicismo y de referencias normativas; diapositivas densas e ilegibles.
Duración de los cursos	Divergencia interna. En conducción se considera adecuada y se argumenta contra su extensión; en altura y trabajo vertical se considera insuficiente para contenidos de alta densidad procedimental.	Mayoritariamente suficiente. Dos excepciones: cuando se incorporan primeros auxilios y cuando se solicita mayor proporción de práctica.
Información previa a la jornada	Debilidad explícita: participantes que ignoran a qué curso asisten y llegan sin sus EPP, lo que impide ejecutar la parte práctica y les hace perder la jornada.	No emerge como queja, pero es coherente con la propuesta de diagnosticar rubro y expectativas al inicio y con la solicitud de un examen previo de aptitud.
Efecto sobre el equipamiento de la empresa	Es la principal evidencia anecdótica de efectividad disponible: reposición de arneses, cambio de calzado, incorporación	Tres informantes describen el mismo efecto desde la empresa: reposición gatillada por comparación con el equipo

	de cintas anti-trauma, ajuste de procedimientos.	exhibido y detección de EPP vencidos no advertidos.
Retroalimentación institucional	Ausencia total de datos sobre efectividad: los instructores operan en un «eco ciego» y no acceden ni a las encuestas de satisfacción. Dos relatores formulan el diseño que echan de menos: comparación de accidentabilidad antes y después del programa por empresa.	No emerge como categoría.
Módulo de rescate	Herramienta central de la pedagogía del impacto. Su propósito declarado por quien lo dicta es la toma de conciencia («quedan todos para adentro»), no la destreza de ejecución.	Valorado como lo más impactante, pero con dos objeciones: responsabilidad legal del rescatista no profesional e imposibilidad material y temporal de ejecutarlo en faena.
Experiencia del participante	Reportan como queja recurrente la ausencia de servicio de café en jornadas largas y de trabajadores que viajan desde regiones. Tres de cinco lo mencionan; uno reporta un accidente de un participante que salió del recinto a buscar alimentación.	No emerge espontáneamente en ninguna de las entrevistas.
Alcance atribuido al dispositivo	Deslinde explícito: «lo que hace el alumno de la puerta para afuera es difícil de controlar». El centro entrega estándar y conciencia, no condiciones de ejecución.	Formulación equivalente desde la experiencia: el participante debe decidir por sí solo qué porción del estándar es ejecutable, sin apoyo institucional para ese ajuste.

Tres divergencias merecen comentario específico por su valor para evaluar mejoras que podrían introducirse en los cursos y capacitaciones teórico-prácticas del CERC.

La primera es la atribución del bajo rendimiento formativo en trabajadores experimentados. Ambos corpus coinciden en el hecho —el trabajador experto aprende poco— pero difieren radicalmente en la causa. Los instructores la sitúan en el sujeto: hábito, sobreconfianza, creencia de saber. Los participantes expertos la sitúan en el dispositivo: el escenario no reproduce su estructura de trabajo y los contenidos no muestran un paso distinto al que ya ejecutan. La distinción no es menor, porque cada atribución conduce a intervenciones opuestas: la primera lleva reforzar el componente de “shock”; la segunda a diferenciar el escenario y el contenido según rubro.

La segunda es el punto ciego relativo a la fidelidad del escenario. Se trata de la categoría más densa del corpus de trabajadores y no aparece en el corpus de capacitadores. Una explicación plausible es posicional: los instructores conocen el escenario formativo con detalle y las faenas reales sólo mediadas por relato o como observadores de estas, mientras que los

trabajadores hacen el recorrido inverso y están en mejor posición para detectar la distancia entre ambos.

La tercera es de naturaleza distinta, porque no es una divergencia entre corpus sino dentro del corpus de capacitadores, y es la que tiene consecuencias más directas para la gestión: la coexistencia de cinco procedimientos de evaluación distintos y de dos versiones incompatibles sobre la facultad misma de aprobar o reprobar. Que los participantes hayan detectado esa variabilidad desde el otro lado, describiéndola como diferencias entre profesores, confirma que no se trata de un matiz interno sin efectos.

4. Discusión

El presente capítulo integra los resultados de los cuatro componentes desarrollados en el estudio: el análisis de las características, atributos y contenidos de los cursos impartidos (Componente 1); el análisis cuantitativo de efectividad sobre la base de registros administrativos de accidentes y de capacitaciones (Componente 2); la evaluación de percepción y conocimientos adquiridos mediante encuesta a participantes (Componente 3); y el estudio cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas a capacitadores y trabajadores (Componente 4). Se incorpora además la visita técnica al centro de entrenamiento HSEC de Arequipa, Perú, realizada en mayo de 2026, que dio cumplimiento a la observación internacional en terreno prevista en el Paso 3 del Componente 1. Sobre esa base se formulan las conclusiones que responden al objetivo general y a los cinco objetivos específicos del proyecto, y se propone un conjunto de líneas de investigación futuras.

La lógica de integración adoptada no consiste en yuxtaponer los hallazgos de cada componente, sino en examinar dónde convergen, dónde se separan y qué queda fuera del alcance de todos ellos.

4.1. Integración y convergencias entre los componentes

Ocho hallazgos se sostienen en más de un componente. Su convergencia es uno de los principales resultados del estudio.

4.1.1. El dispositivo produce conciencia del riesgo y competencia percibida

Los componentes que aportan evidencia sobre los resultados de aprendizaje muestran hallazgos convergentes. En la encuesta, la comparación retrospectiva entre el conocimiento previo recordado y el aprendizaje posterior percibido sobre las acciones que deben realizarse ante una situación de riesgo mostró una puntuación significativamente superior después del curso (2,81 frente a 3,45; $p < 0,001$). Asimismo, se observaron valoraciones medias superiores a 3,4 en la identificación de peligros, la distinción entre condiciones seguras y

riesgosas y el uso de elementos de protección personal. Las entrevistas documentan cambios de práctica relatados con pertinencia técnica, mientras que el análisis curricular confirma la adecuación de los contenidos respecto de los riesgos abordados. Esta convergencia permite responder favorablemente al objetivo específico 3 en el plano del aprendizaje y la competencia percibidos, aunque no demuestra una adquisición objetiva de competencias. La visita técnica aporta una observación coincidente desde el centro HSEC de Arequipa: sus participantes distinguieron con claridad entre conocer un procedimiento y ser capaces de ejecutarlo, y atribuyeron esa diferencia a la práctica supervisada.

4.1.2. La efectividad sobre accidentabilidad es observable, pero no atribuible con certeza

Los resultados del Componente 2 admiten una lectura precisa: existe una reducción intragrupo relevante y estadísticamente sólida en trabajo en altura, una tendencia consistente en seguridad vehicular y ausencia de cambio en relación con el riesgo eléctrico; pero cuando se incorpora un contrafactual (es decir, comparando con empresas similares que no participaron en el programa), ninguna de esas estimaciones se distingue significativamente de la evolución de empresas comparables no intervenidas. La conclusión correcta no es que el programa no tenga efecto, sino que el diseño disponible —ventana POST de doce meses, denominador aproximado por dotación total, emparejamiento restringido a tamaño y tiempo, y unidad de análisis a nivel de empresa y no de trabajador— no permite aislarlo del conjunto de factores que operan simultáneamente.

A las limitaciones anteriores conviene agregar dos rasgos de la base de capacitaciones que acotan la interpretación. El primero es la fuerte concentración temporal de las intervenciones: el 59,2% de las 2.236 unidades de intervención tiene su hito de inicio en 2023, de modo que el efecto del programa podría confundirse con cualquier otro cambio ocurrido ese mismo año.

Este resultado es coherente con los demás componentes del estudio. Si, como muestra el análisis cualitativo, la posibilidad de ejercer lo aprendido depende de condiciones organizacionales ajenas al CERC, entonces una intervención de una jornada aplicada a una fracción de la dotación de la empresa no puede producir, en doce meses, un desplazamiento de la tasa agregada de la empresa que resista la comparación con un contrafactual. La ausencia de significancia en el modelo con contrafactual es, en ese sentido, un resultado esperable.

Merece destacarse el caso de altura por su valor interpretativo. Es el único riesgo donde las empresas participantes presentan tasas basales inferiores a las del grupo de control y, sin embargo, es donde se observa la mayor reducción intragrupo. Esto reduce la posibilidad de una explicación exclusivamente basada en regresión a la media y sugiere una hipótesis que el estudio no puede confirmar, pero sí formular: el efecto del entrenamiento sería mayor allí donde existe una organización capaz de recibirlo, es decir, donde la condición organizacional para ejercicio ya está disponible.

4.1.3. El eslabón crítico es la transferencia al lugar de trabajo

En la encuesta, los cuatro ítems con puntuaciones medias comparativamente más bajas se concentraron en la interfaz entre el curso y su aplicación en el puesto de trabajo: semejanza de las prácticas con situaciones reales (3,25), aplicación cotidiana de lo aprendido (3,31), disponibilidad de infraestructura y apoyo de la empresa para aplicar los procedimientos de seguridad (3,31) y posibilidad de mantener esas medidas pese al ritmo de trabajo o las metas productivas (3,35). Aunque todos conservaron valoraciones favorables, se situaron por debajo de los atributos vinculados más directamente con el desarrollo del curso, como el dominio del profesor o profesora, la metodología de enseñanza, la participación en las actividades y la infraestructura del CERC. Este patrón sitúa la principal oportunidad de mejora en la transferencia y sostenibilidad de lo aprendido en las condiciones reales de trabajo.

Este hallazgo es consistente con estudios que distinguen entre la calidad de la capacitación y las condiciones necesarias para transferirla al trabajo. El apoyo de las supervisiones y los incentivos organizacionales resultan determinantes para convertir el aprendizaje en cambios cognitivos y conductuales, por lo que la capacitación, por sí sola, no garantiza modificaciones en las prácticas ni mejoras en el desempeño organizacional (Dermol & Čater, 2013).Kolb

En las entrevistas, esa frontera aparece con el mecanismo económico explícito: la remuneración variable por producción hace que detenerse tenga un costo personal e inmediato, y el mando medio, cuyo bono depende de la continuidad productiva, neutraliza en el punto de aplicación la política definida por la gerencia. Ambos corpus —capacitadores y trabajadores— identifican al mando medio como el punto de bloqueo, y lo hacen atribuyendo el mismo mecanismo.

En el análisis cuantitativo, la misma frontera explica por qué el efecto se diluye al incorporar el contrafactual, y remite al marco de la jerarquía de controles de la norma ISO 45001: la capacitación es un control administrativo cuya efectividad depende de su articulación con medidas de eliminación, sustitución, controles de ingeniería y organización del trabajo. El entrenamiento constituye una condición necesaria pero no suficiente para la prevención de accidentes graves y fatales.

La visita técnica aporta una confirmación independiente y desde fuera del sistema chileno. Los instructores de HSEC identificaron la falta de equipos equivalentes en las empresas como la barrera más reiterada, y describieron su consecuencia en los mismos términos que relatores y trabajadores chilenos: el trabajador conoce la solución, no puede aplicarla y el aprendizaje se debilita. La visita que incorporó la observación en una obra de edificación en ejecución permitió observar el punto de llegada de ese circuito y llevó a la conclusión que la transferencia no ocurre al finalizar el curso, sino donde existen equipos adecuados, supervisión, tiempo para ejecutar el procedimiento y posibilidad efectiva de detener una tarea insegura.

4.1.4. La fidelidad del escenario es la principal brecha de diseño señalada

El ítem peor evaluado de toda la encuesta (p20, «las prácticas del curso se parecían a situaciones reales de su trabajo», media 3,24) coincide con la primera dimensión de insatisfacción identificada en las respuestas abiertas («curso general sin apego a la actividad en desarrollo»). Las entrevistas permiten además descomponer el hallazgo en una distinción: es posible replicar el objeto —el andamio, el poste, la cámara— sin replicar las condiciones en que ese objeto aparece en terreno: sucio, mal armado, sin señalizar, bajo presión de tiempo. La consecuencia formativa es precisa: las condiciones no conformes se nombran en la teoría, pero no están presentes en la práctica, de modo que no se entrena la competencia que el trabajo real exige, que es detectarlas y detener la tarea. Los instructores de HSEC plantearon la misma necesidad, al proponer escenarios más realistas y aprendizaje basado en casos entre sus oportunidades de mejora, lo que sugiere que la brecha no es atribuible a un centro en particular sino al modo habitual de construir escenarios de entrenamiento.

4.1.5. La verificación objetiva del aprendizaje permanece pendiente

El análisis curricular estableció que ninguno de los seis cursos revisados explicita mecanismos de evaluación ni aprendizaje esperado y que tampoco definen requisitos previos de entrada ni perfil de competencias de egreso. El corpus de capacitadores mostró que los entrevistados describen procedimientos de verificación distintos entre sí, y que dos de ellos entregan versiones incompatibles sobre si el CERC los faculta para aprobar o reprobar. El corpus de trabajadores confirmó la misma dispersión: desde el reinicio obligado del ejercicio ante cualquier error hasta la aprobación colectiva sin verificación individual. La visita técnica agrega una cuarta fuente en el mismo sentido: en HSEC la evaluación teórica se realiza con formulario y nota mínima, mientras que la práctica descansa en la observación y el criterio profesional del instructor, quienes reconocen que una lista de cotejo individual resulta difícil de administrar con grupos numerosos. La convergencia de cuatro fuentes independientes, en dos centros y dos países, indica que se trata de un problema de diseño del modelo formativo y no de una variación de estilo docente.

Las consecuencias de este vacío exceden lo pedagógico: sin criterio único de aprobación y sin registro de resultados individuales, las capacitaciones carecen de una variable de logro que permita distinguir adecuadamente a quien adquirió la competencia de quien sólo asistió.

4.1.6. El efecto organizacional sobre el equipamiento es relevante y no se mide sistemáticamente

Ambos grupos de entrevistados identifican, de manera independiente, el mismo efecto: la comparación entre el equipamiento exhibido en el curso y el disponible en la empresa gatilla su reposición o revela equipo deficiente o vencido no advertido previamente. Para los capacitadores constituye la principal evidencia anecdótica de efectividad de que disponen; para los trabajadores es un cambio concreto. Se trata de un impacto tangible, atribuible al paso por el centro, que opera sobre la organización y no sobre la conducta individual, y que hoy carece por completo de registro. Su medición sistemática convertiría un dato anecdótico

en un indicador de impacto organizacional. El mecanismo se repite fuera de Chile: los participantes de HSEC relataron que la experiencia práctica los habilita para reconocer equipo deteriorado o inadecuado y para solicitar su reemplazo. Que el mismo efecto aparezca en dos centros y dos países refuerza la conveniencia de medirlo.

4.1.7. Las condiciones materiales de la jornada afectan la experiencia formativa

Tres de los cinco capacitadores mencionan espontáneamente la ausencia de un servicio básico de alimentación o colación durante la jornada, y uno reporta el accidente de un participante que salió del recinto a buscar alimentación. El mismo asunto emerge, en una de las respuestas abiertas de la encuesta, junto con observaciones sobre las condiciones materiales del lugar donde se desarrollan algunas actividades. Se trata, por tanto, de una condición que afecta la predisposición del participante y que, en un caso documentado, generó un riesgo efectivo. En la misma línea, los participantes de HSEC valoraron que la capacitación se realice dentro de la jornada de trabajo y asociaron la formación fuera de horario con cansancio, obligaciones familiares y distracción.

4.1.8. El tiempo efectivo de práctica es una restricción transversal

El análisis curricular calificó la suficiencia como limitada en cinco de los seis cursos revisados e insuficiente en el restante, con contenidos extensos para duraciones de dos a cuatro horas. Las respuestas abiertas de la encuesta reclaman mayor peso de la actividad práctica y aplicada por sobre la expositiva y la simulada. La visita técnica convierte ese reclamo en una variable manejable: HSEC recomienda definir una relación máxima entre participantes, instructor y estación de trabajo, junto con tiempos mínimos de ejecución individual, y sus instructores reconocen que la evaluación del desempeño se vuelve inviable con grupos numerosos. Este hallazgo tiene una consecuencia práctica inmediata, porque desplaza la discusión desde la duración total del curso hacia la práctica efectivamente lograda por cada participante, que es lo que el diseño formativo puede controlar.

4.2. Divergencias, limitaciones y advertencias de interpretación

4.2.1. La valoración máxima no equivale a efectividad

La totalidad de los trabajadores entrevistados calificó el curso con la nota máxima de la escala de uno a siete (de las entrevistas), y la encuesta arroja más de 89% de evaluación positiva. Ambos resultados deben leerse con cautela. El análisis cualitativo de entrevistas a trabajadores muestra que otorgan idéntica calificación quien transformó su práctica, quien declara no haber cambiado nada, quien sostiene que el curso no le mostró nada nuevo y quien no tiene ocasión de aplicarlo; y los mismos informantes que otorgan la nota máxima formulan objeciones sustantivas en otros tramos de la conversación. La interpretación que mejor se ajusta a los datos es que la calificación y la objeción miden objetos distintos: la nota valora que el dispositivo exista y que sea gratuito; las objeciones valoran su rendimiento específico.

4.2.2. La representatividad de la encuesta es limitada

La tasa de respuesta de 1,2% sobre el universo, obtenida con 79.285 envíos, junto con un rebote combinado de 14,8% muy por encima del rango de referencia y una composición de la base con cerca de dos tercios de correos de dominio personal, configuran un escenario de autoselección. Es razonable suponer que quienes respondieron son personas cuya experiencia con el curso fue más satisfactoria, lo que probablemente sesga al alza los niveles de valoración.

4.2.3. Interpretación del menor cambio en trabajadores experimentados

Tanto los relatores como los trabajadores coinciden en el hecho de que el trabajador experimentado aprende poco, pero difieren radicalmente en la causa. Los instructores la sitúan en el sujeto: hábito, sobreconfianza, creencia de saber. Los participantes expertos la sitúan en el dispositivo: el escenario no reproduce su estructura de trabajo y los contenidos no muestran un paso distinto al que ya ejecutan. La distinción no es menor, porque cada atribución conduce a intervenciones opuestas: la primera sugiere reforzar el componente de impacto; la segunda, diferenciar escenario y contenido según rubro. El presente estudio no dispone de evidencia para dirimir la controversia, y ello constituye una de las líneas de investigación propuestas. Los instructores de HSEC describieron una tensión equivalente al mencionar la confianza excesiva entre las dificultades habituales del aula, junto con las diferencias de experiencia dentro de un mismo grupo.

4.2.4. Un punto ciego asociado a la posición organizacional

La fidelidad del escenario aparece en las entrevistas de trabajadores y no se observa en el corpus de capacitadores, que identifican en cambio brechas de infraestructura —ausencia de escenario de trabajo vertical, limitación de salas, actualización tecnológica del equipamiento—. La explicación más plausible es posicional: los instructores conocen el escenario formativo con detalle y las faenas reales mediadas por relato, mientras que los trabajadores hacen el recorrido inverso: conocen la faena real y el escenario formativo sólo por su paso puntual de una jornada. Esta asimetría refuerza el valor de instituir un canal formal de retroalimentación desde los participantes hacia el diseño de los cursos, que hoy no existe: ninguno de los cinco capacitadores entrevistados accede siquiera a los resultados de las encuestas de satisfacción que los participantes responden. Los instructores de HSEC describieron la misma carencia con otras palabras, al señalar que reciben escasa retroalimentación de las empresas una vez terminado el curso.

4.2.5. El alcance observado está concentrado en empresas grandes

El procesamiento de la base de capacitaciones deja a la vista un desajuste. Las micro y pequeñas empresas representan el 93,7% de las entidades adheridas, pero solo el 32,3% de las unidades de intervención del programa; las grandes empresas, alrededor del 3% de las entidades, concentran el 49,7%. La asignación puede ser eficiente en términos de personas alcanzadas, dado que las empresas de más de cien trabajadores concentran el 61,4% de la

masa expuesta, pero implica que los resultados de este estudio podrían estar describiendo principalmente el rendimiento del programa en organizaciones de mayor tamaño, que son también las que disponen de estructuras preventivas más consolidadas. La conclusión sobre la condición organizacional habilitante debe leerse con esa restricción.

4.2.6. Alcance de la comparación internacional

La visita técnica a HSEC amplía la base empírica del estudio, pero su alcance es exploratorio. Su aporte consiste en explicar mecanismos y en confirmar convergencias. Como señala el propio informe de visita, la calidad percibida del entrenamiento, el realismo del escenario y la satisfacción de los participantes son condiciones relevantes, pero no equivalen a una reducción demostrada de accidentes.

4.3. Modelo explicativo integrado

El conjunto de los hallazgos admite ser ordenado en un modelo de tres condiciones, derivado del análisis cualitativo y consistente con los resultados de los demás componentes. El entrenamiento puede no traducirse en prevención efectiva por tres vías distintas, que exigen respuestas distintas:

1. **Falla por pertinencia**. El participante podría aplicar lo aprendido, pero no aprende, porque no existía brecha de conocimiento que el curso pudiera revelar o porque el escenario no reproduce sus condiciones reales de trabajo. Se corrige con diagnóstico previo, segmentación de grupos y diferenciación del escenario por tipo de faena.
2. **Falla por autorización**. El participante sabe y no puede, porque la organización no lo habilita: no dispone del equipamiento, la remuneración variable penaliza la detención de la tarea, o el mando medio induce la práctica insegura. Se corrige fuera del centro, mediante intervención sobre la empresa.
3. **Falla por ocasión**. El participante sabe y puede, pero la frecuencia de exposición al riesgo es tan baja que la competencia no llega a consolidarse. Se corrige con refuerzos periódicos y material de consulta portable, no con más horas de curso inicial.

Este modelo permite reinterpretar el conjunto de los resultados cuantitativos. La ausencia de efecto diferencial en el modelo con contrafactual no informa sobre la calidad de la enseñanza, sino sobre la proporción de casos en que se verifican las fallas por autorización y por ocasión, que el diseño de las capacitaciones no controla y que el diseño del estudio no puede observar. Correlativamente, la reducción de 44% observada en altura sugiere que, cuando las tres condiciones se cumplen simultáneamente —brecha real, organización habilitante y exposición frecuente—, el efecto existe y es de magnitud relevante.

Se sigue de lo anterior la respuesta al objetivo general del proyecto: el CERC produce conciencia del riesgo y competencia técnica percibida, y contribuye a la reducción de la

accidentabilidad específica en al menos uno de los tres riesgos analizados; lo que no puede producir por sí solo es la condición organizacional que permite ejercer lo aprendido.

4.4. Fortalezas y limitaciones del estudio

Entre las fortalezas del estudio se encuentra el uso de un diseño multimétodo que integró análisis curricular, registros administrativos, encuesta, entrevistas y comparación internacional. Esta triangulación permitió contrastar hallazgos provenientes de fuentes distintas y diferenciar entre percepción de aprendizaje, transferencia declarada y cambios observados en accidentabilidad.

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando varias limitaciones. Primero, el análisis de accidentabilidad fue observacional y utilizó información agregada a nivel de empresa, con denominadores basados en la dotación total y no exclusivamente en trabajadores expuestos a cada riesgo. Además, las intervenciones se concentraron temporalmente, especialmente en 2023, y no fue posible controlar todos los cambios organizacionales o preventivos ocurridos simultáneamente. Por ello, las reducciones observadas no pueden atribuirse causalmente de manera exclusiva a los entrenamientos del CERC.

Segundo, la encuesta presentó una tasa de respuesta baja y una muestra autoseleccionada, lo que limita su representatividad y puede sobrestimar las valoraciones favorables. La medición del conocimiento previo fue retrospectiva y la mayor parte de los resultados corresponde a percepción y autorreporte, sin una evaluación objetiva antes y después de la capacitación.

Tercero, el componente cualitativo incluyó un número acotado de participantes, todos hombres, con sobrerrepresentación de experiencias vinculadas al trabajo en altura. Los cambios de práctica fueron informados retrospectivamente y no se verificaron directamente en terreno. Asimismo, la comparación internacional incluyó una visita técnica a un solo centro extranjero, por lo que sus hallazgos deben entenderse como antecedentes comparativos y no como una representación general de otros modelos internacionales.

Finalmente, aunque el título original del proyecto incluyó accidentes y enfermedades profesionales, el análisis empírico se concentró en accidentes asociados a tránsito, trabajo en altura y contacto eléctrico, debido a la disponibilidad y estructura de los registros utilizados.

4.5. Líneas de investigación futuras

El estudio permite responder algunas preguntas y, con mayor claridad aún, formular otras. Las líneas que se proponen a continuación se derivan directamente de los hallazgos y dan cuenta de los puntos ciegos identificados. Se ordenan en cinco bloques según su objeto y no según el componente que las originó, dado que varias se apoyan simultáneamente en el análisis curricular, en los registros administrativos, en la encuesta, en las entrevistas y en la visita técnica internacional.

4.5.1. Sobre la efectividad y la transferencia del aprendizaje

1. **Estudio longitudinal de transferencia con medición de conducta observada**. El presente estudio mide adopción declarada de conocimientos mediante entrevista y encuesta, no conducta efectiva. La distinción es relevante porque las entrevistas (capacitadores y trabajadores) muestra que la declaración de cambio y el cambio observable pueden ser diferentes. Se propone un diseño de seguimiento posterior al curso que combine autorreporte con observación directa en faena o con revisión de registros de inspección, sobre una cohorte de participantes de un mismo riesgo crítico. Un diseño de esta naturaleza permitiría además estimar la curva de decaimiento del aprendizaje.
2. **Estudio de dosis-respuesta, efectos de cohorte y ventanas de observación prolongadas**. El análisis con contrafactual se realizó sobre una ventana POST de doce meses y a nivel de empresa. Se propone replicarlo con ventanas de veinticuatro y treinta y seis meses, incorporando como variable la intensidad de la intervención —proporción de la dotación expuesta capacitada, número de cursos, recurrencia— y analizando por cohorte de ingreso, dada la concentración del 59,2% de las intervenciones en 2023.
3. **Efectividad comparada según modalidad de entrenamiento**. Se propone replicar el diseño de efectividad sobre las modalidades excluidas y contrastarlas con la presencial. La pregunta tiene una implicancia práctica inmediata: si la modalidad mixta obtiene resultados equivalentes en la parte teórica, libera tiempo presencial para la práctica.
4. **Difusión del aprendizaje entre pares y efectos de derrame**. Los participantes de HSEC describieron que lo aprendido no se detiene en quien asiste: se transmite a compañeros con menos experiencia, se usa para corregir prácticas ajenas y circula en conversaciones de terreno. Si el mecanismo opera también en el CERC, tiene una consecuencia relevante para el diseño formativo: considerar la capacidad de difusión al seleccionar participantes.
5. **Medición y valorización del efecto organizacional sobre el equipamiento**. Ambos grupos de entrevistados coinciden en identificar la reposición o actualización de equipamiento en la empresa como el efecto más tangible y consistente del paso por el centro. Se propone un estudio específico que cuantifique la frecuencia de este efecto mediante seguimiento a empresas participantes, que caracterice qué tipo de hallazgos lo gatillan y estime su magnitud en términos de exposición evitada.
6. **La heterogeneidad entre instructores como experimento natural**. El hallazgo de que coexisten estándares de exigencia y procedimientos de evaluación distintos entre instructores constituye una variación natural que podría explotarse. Se propone un estudio que examine si los participantes formados bajo estándares de verificación

individual estricta presentan resultados distintos —en adopción, en retención o en accidentabilidad posterior— de aquellos formados bajo esquemas de aprobación colectiva. La condición previa para ello es documentar sistemáticamente la práctica de cada instructor.

7. **Diseño y validación de un sistema de evaluación de competencias con certificación por logro**. El análisis curricular estableció que ninguno de los seis cursos revisados explicita mecanismos de evaluación ni aprendizaje esperado, y el análisis de las entrevistas mostró cinco procedimientos distintos entre cinco relatores. Se propone investigar y pilotear instrumentos de evaluación práctica por riesgo crítico, con criterios de logro observables, y estimar el efecto de su introducción sobre la retención y la adopción. El informe de visita ofrece un punto de partida concreto para el instrumento: listas de cotejo de desempeño que verifiquen inspección de equipos, selección del sistema, ejecución de la secuencia, comunicación y reacción ante desviaciones.

4.5.2. Sobre el diseño del dispositivo formativo

8. **Fidelidad física y fidelidad situacional en escenarios de simulación**. Se refiere a la distinción entre replicar el objeto y replicar la situación en que ese objeto aparece en terreno. Se propone un estudio experimental o cuasiexperimental que compare el desempeño de participantes formados en escenarios saneados frente a escenarios que incorporan condiciones degradadas —desorden, señalización ausente, equipos no habilitados, presión de tiempo—, midiendo específicamente la competencia de detección de condiciones no conformes y de detención de la tarea. Esta línea adquiere especial prioridad al considerar que el ítem correspondiente es el peor evaluado de la encuesta y la primera dimensión de insatisfacción de las respuestas abiertas de la misma.
9. **Densidad de práctica: relación entre participantes, instructor y estación de trabajo**. Es la contribución más concreta de la visita técnica. HSEC recomienda definir una relación máxima entre participantes, instructor y estación, junto con tiempos mínimos de ejecución individual. Se propone estimar la relación entre densidad de práctica —minutos de ejecución efectiva por participante, número de repeticiones logradas, participantes por estación— y resultados de aprendizaje, con el fin de establecer umbrales operativos por tipo de riesgo.
10. **Secuencia híbrida y prerrequisito de acceso a la práctica**. Participantes e instructores de HSEC coincidieron en preferir módulos teóricos breves y activos, con comprobación de conocimientos como requisito para acceder a la parte práctica, y en rechazar la formación virtual extensa fuera de la jornada laboral. La propuesta responde a una brecha que el análisis curricular ya había identificado en el CERC: ninguno de los seis cursos revisados define requisitos previos de entrada. Se propone evaluar el diseño y los efectos de una secuencia híbrida con comprobación previa

obligatoria, midiendo tiempo presencial liberado para la práctica, homogeneidad del grupo al inicio y resultados de aprendizaje. La comprobación previa constituye, además, la medición de línea base individual que hoy no existe.

11. **Pertinencia de la asignación de participantes y efecto de la brecha de conocimiento**. El análisis sugiere que la magnitud del cambio conductual responde a la brecha que el curso logra revelar y no a la calidad pedagógica de este. La hipótesis es verificable: se propone un estudio que aplique una medición de conocimiento previo al ingreso y contraste la ganancia de aprendizaje y el cambio de práctica posterior según el tamaño de la brecha inicial. Sus resultados permitirían decidir con fundamento sobre segmentación de grupos y sobre criterios de derivación de participantes, y ofrecerían además una línea base. Esta línea permitiría además dirimir la divergencia de atribución respecto del bajo rendimiento formativo en trabajadores experimentados.
12. **Adecuación sociocultural de los materiales y evaluación de soportes alternativos**. En las entrevistas capacitadores y participantes coinciden en que una parte del público presenta escolaridad incompleta o dificultades de comprensión, y en que los materiales actuales son densos en tecnicismo y referencia normativa. Se propone un estudio de diseño y validación de materiales de apoyo —fichas gráficas, secuencias visuales, soportes portables— con medición de comprensión y de uso efectivo en terreno, orientado específicamente a población de baja escolaridad y a trabajadores migrantes.

4.5.3. Sobre el contexto organizacional

13. **Estructuras de remuneración variable y conducta preventiva**. El análisis de las entrevistas muestra un mecanismo preciso: cuando el ingreso depende de la producción, detenerse tiene un costo económico personal e inmediato, de modo que la conducta preventiva compite directamente con el salario. Se propone un estudio que incorpore la forma de remuneración como variable en el análisis de accidentabilidad, y que examine si la asociación entre remuneración variable y accidentes graves se sostiene controlando por rubro y tamaño de empresa.
14. **Los mandos medios como punto de neutralización de las políticas preventivas**. Tanto los relatores como los trabajadores entrevistados identifican al mando medio como el punto en que la política definida por la gerencia deja de aplicarse, y en ambos casos el mecanismo señalado es el mismo: un esquema de incentivos que premia la continuidad productiva. Se sugiere un estudio propio, centrado en supervisores y coordinadores de primera línea, que caracterice sus incentivos, su margen efectivo de decisión y las condiciones bajo las cuales optan por detener o continuar una tarea.
15. **El certificado como recurso en la relación laboral**. La capacitación produce un efecto no previsto sobre la relación laboral: dota al trabajador de un argumento legitimado para rehusar una tarea. Se propone investigar bajo qué condiciones ese

recurso resulta efectivamente ejercitable, con particular atención a la posición jerárquica, la modalidad de contratación, el género, la condición migratoria y la forma de remuneración.

16. **Trayectorias de aprendizaje de trabajadores migrantes en seguridad y salud en el trabajo**. Uno de los trabajadores entrevistados describe un tránsito entre estándares nacionales distintos y la incorporación de prácticas —verificación de vigencia del equipo, medición de gases previa al ingreso— que no formaban parte de su experiencia previa pese a contar con oficio consolidado. Dada la composición actual de la fuerza de trabajo en el país, se propone una línea específica sobre formación en seguridad de trabajadores migrantes, atendiendo a la interacción entre saber de oficio adquirido en otro marco normativo y estándar local.
17. **Caracterización de la madurez preventiva de las empresas**. Se propone construir y validar un índice de madurez preventiva a nivel de empresa, a partir de información disponible en el organismo administrador, tanto para mejorar la comparabilidad de futuros diseños cuasiexperimentales como para contrastar la hipótesis, sugerida por el caso de altura, de que el efecto del entrenamiento es mayor donde existe una organización capaz de recibirlo.

4.5.4. Sobre el sistema y la política de capacitación

18. **Efectos del esquema de acreditación por horas y de caducidad de certificaciones**. En ambos corpus de entrevistas se observa que el esquema actual induce repetición de contenidos sin correlato en nuevos aprendizajes: trabajadores que rehacen cursos vigentes al cambiar de empleador y participantes que acumulan cursos de contenido similar para reunir las horas exigidas por el mandante, con deterioro progresivo de su disposición. El hallazgo se ve reforzado por las respuestas abiertas de la encuesta, donde aparece espontáneamente la repetición de cursos ya realizados por caducidad de la vigencia. La visita muestra que el problema no es exclusivo del sistema chileno —los instructores de HSEC señalan que parte de la demanda responde al cumplimiento de una exigencia y no a una necesidad formativa— y que existe una alternativa que los propios participantes proponen: sustituir la revalidación por horas cursadas por una revalidación mediante evaluación práctica del desempeño. Se propone un estudio de alcance sistémico sobre los efectos de este esquema en la calidad del aprendizaje y en el uso de recursos, que podría derivar en recomendaciones de política dirigidas al regulador.
19. **Clasificación y subregistro de accidentes en espacios confinados**. El análisis de entrevistas a los relatores consigna que los accidentes ocurridos en espacios confinados se registran por su mecanismo inmediato —intoxicación, asfixia, caída— y no por la condición que los hizo posibles, lo que impide dimensionar el riesgo en las estadísticas nacionales. Esta observación es consistente con lo que el Componente

2 demostró para el riesgo eléctrico, donde la aplicación de procesamiento de lenguaje natural sobre los relatos permitió rescatar siniestralidad que la codificación administrativa tradicional no capturaba. Se propone un estudio de revisión de casos que estime la magnitud del subregistro y evalúe la pertinencia de incorporar una categoría específica en los instrumentos de calificación e investigación de accidentes.

20. **Cobertura y equidad de acceso al programa: la brecha de la micro y pequeña empresa**. Las micro y pequeñas empresas representan el 93,7% de las entidades adheridas y solo el 32,3% de las unidades de intervención, mientras que las grandes empresas concentran el 49,7%. Conviven aquí dos hechos: las empresas grandes reúnen la mayor parte de la masa expuesta, pero las pequeñas disponen de menor capacidad preventiva propia y dependen en mayor medida del organismo administrador. Se propone estudiar los determinantes del acceso al programa —quién solicita los cursos, por qué canal y con qué barreras—, el rendimiento del entrenamiento en el segmento de menor tamaño y las modalidades de entrega adecuadas a empresas que no pueden desprenderse de un trabajador por una jornada completa.

4.5.5. Línea transversal prioritaria

21. Diferencias por sexo y perspectiva de género en la formación en riesgos críticos. Se propone como línea prioritaria, precisamente porque constituye la principal limitación del presente estudio, verificada de manera concordante en dos componentes: la composición masculina del componente cualitativo y el 87,8% de hombres en la muestra de la encuesta. Ello impide examinar dimensiones diferenciadas: el ajuste del equipo de protección personal, diseñado mayoritariamente sobre antropometría masculina, como fuente de interferencia con la tarea; la posibilidad efectiva de rehusar una tarea insegura en contextos donde la negativa tiene costos sociales desiguales; y la dinámica de grupos de capacitación mayoritariamente masculinos. Se propone un estudio específico con muestreo intencionado de trabajadoras, que permita determinar si las categorías aquí construidas se sostienen, se modifican o resultan insuficientes.

El estudio muestra que el centro produce conciencia del riesgo y competencia técnica percibida, y que la posibilidad de ejercerlas depende de condiciones que le son ajenas. Las preguntas que quedan abiertas se concentran, casi sin excepción, en esa frontera: no en qué ocurre dentro del centro, sino en qué determina que lo aprendido allí sobreviva al retorno al puesto de trabajo. Es allí donde la investigación futura tiene mayor rendimiento potencial, y es también allí donde se juega la posibilidad de que la capacitación, siendo un control administrativo en la jerarquía de la norma ISO 45001, contribuya efectivamente a la reducción de los accidentes graves y fatales

5. Conclusiones

El estudio permitió evaluar el CERC desde perspectivas complementarias y responder de manera matizada a la pregunta de investigación. Los cursos revisados abordan contenidos pertinentes para los riesgos críticos seleccionados y combinan formación teórica con actividades prácticas. No obstante, se identificaron brechas en la explicitación de aprendizajes esperados, requisitos de ingreso, criterios de evaluación, duración y estandarización de las prácticas.

La encuesta y las entrevistas muestran que los entrenamientos contribuyen al reconocimiento de peligros, al uso de medidas de protección y a una mayor competencia preventiva percibida. Los trabajadores describieron cambios concretos en algunas prácticas. Sin embargo, estas evidencias corresponden principalmente a autopercepción y relatos retrospectivos, por lo que no sustituyen una evaluación objetiva y prospectiva del aprendizaje.

En los registros de accidentabilidad se observaron reducciones relevantes después de la capacitación, particularmente en trabajo en altura, y una tendencia favorable en seguridad vehicular. Al incorporar empresas comparables no intervenidas, las diferencias no permitieron atribuir con certeza estos cambios exclusivamente al CERC. El diseño observacional, los denominadores aproximados y la concentración temporal de las intervenciones limitan la inferencia causal.

La principal conclusión integrada es que la efectividad preventiva depende de tres condiciones: que el curso responda a una brecha real de aprendizaje; que exista práctica suficiente y un escenario pertinente; y que la organización proporcione equipamiento, apoyo de las jefaturas y condiciones para aplicar lo aprendido. El CERC puede desarrollar conciencia del riesgo y competencias preventivas, pero no controla por sí solo el contexto laboral en que estas deben ejercerse.

En consecuencia, se considera cumplido el objetivo general con las limitaciones señaladas. El estudio caracteriza los cursos, estima cambios en accidentabilidad, documenta percepción y adopción declarada de conocimientos, identifica barreras de transferencia y formula recomendaciones de optimización. Las futuras evaluaciones deberían incorporar mediciones objetivas antes y después, seguimiento individual, indicadores de exposición específica y diseños con contrafactuales más robustos.

6. Recomendaciones

6.1. Recomendaciones derivadas de la encuesta

- Fortalecer el componente práctico y adaptar ejercicios, equipos y escenarios a las tareas reales de cada empresa o sector.

- Mantener la fortaleza docente e incorporar actualización periódica de imágenes, videos, ejemplos y casos.
- Mejorar la calidad y actualización de la base de correos, registrar rebotes y bajas, y diversificar los canales de invitación para aumentar la tasa de respuesta.
- Aplicar en futuras evaluaciones una medición antes y después con preguntas equivalentes y un código anónimo que permita vincular cada participante.
- Complementar la percepción con pruebas breves de conocimientos, pautas de desempeño práctico e indicadores de transferencia a 30–90 días.
- Definir previamente las dimensiones del instrumento y validar su estructura mediante análisis factorial basado en correlaciones policóricas[4] y estimaciones de confiabilidad ordinal.

6.2. Recomendaciones operativas derivadas del análisis cualitativo

A continuación, se presentan recomendaciones que se derivan directamente de la evidencia analizada.

Recomendaciones sobre el dispositivo formativo

1. Diagnosticar la brecha de conocimiento antes de la inscripción. Incorporar un instrumento breve de caracterización previa que registre rubro, estructura de trabajo, frecuencia de exposición y nivel de conocimiento declarado. Dado que la magnitud del cambio conductual parece responder a la brecha revelada en la capacitación, esto permitiría contar con una línea base para medir la adopción de conocimiento y las prácticas entregadas en los cursos.

2. Segmentar los grupos según necesidad real de uso. La heterogeneidad de conocimientos de los participantes en las capacitaciones fue señalada explícitamente como problema. La segmentación puede realizarse con la información del diagnóstico previo. Se sugiere, no obstante, distinguir la heterogeneidad de conocimiento —que conviene reducir— de la heterogeneidad de posición jerárquica, que un capacitador describe como productiva cuando se organiza deliberadamente en trabajo grupal, en la medida en que genera un diálogo entre supervisores y operadores que la empresa no propicia.

3. Incorporar condiciones degradadas al escenario práctico. Introducir deliberadamente obstáculos, desorden, señalización ausente y equipos no habilitados o vencidos. El fundamento es que los entrenamientos describen las condiciones no conformes en la teoría,

[4] Las correlaciones policóricas se utilizan para analizar la relación entre variables ordinales, como los ítems de una escala Likert. A diferencia de la correlación de Pearson, estiman la asociación entre las variables continuas subyacentes que se expresan mediante categorías ordenadas de respuesta, por lo que resultan más apropiadas para evaluar la estructura factorial de este tipo de instrumentos.

pero no las incluye en la práctica, de modo que no se entrena la competencia efectivamente requerida en faena, que es detectarlas y detener la tarea. Un capacitador ya aplica esta lógica por iniciativa propia —entrega equipos vencidos en el ejercicio de chequeo e introduce presión de tiempo para reproducir la condición de apuro de la faena—, de modo que la recomendación es incorporar dicha práctica como estándar.

4. **Diferenciar el escenario por estructura de trabajo o declarar su alcance**. Incorporar poste de hormigón y estructura reticulada para los rubros de transmisión y telecomunicaciones, o bien explicitar ante los participantes qué estructuras cubre el escenario disponible y cuáles no. La alternativa declarativa tiene costo nulo y evita que el participante experto concluya que el curso no le muestra nada distinto.

5. **Ajustar el módulo de rescate a las condiciones reales de ejecución o redefinir su propósito**. Contrastar el equipamiento enseñado con el efectivamente utilizable. Si el propósito del módulo es demostrativo y de concientización, se recomienda explicitarlo en el descriptor del curso y ante los participantes y complementarlo con una versión del procedimiento ajustada al equipamiento efectivamente disponible en cada rubro. Corresponde además evaluar el planteamiento del participante que objetó el módulo por razones de responsabilidad legal, incorporando al contenido una referencia explícita al marco jurídico aplicable a la asistencia prestada por personal no profesional.

6. **Homogeneizar el rigor del control de ejecución**. Establecer un criterio único de aprobación práctica. La evidencia de ambos corpus converge en que el estándar de exigencia varía significativamente entre cursos, desde la repetición obligada del procedimiento hasta la aprobación colectiva sin verificación individual. El análisis de capacitadores agrega un elemento previo e indispensable: definir y comunicar de manera inequívoca si los relatores están facultados para aprobar y reprobar.

7. **Entregar material impreso**. Un díptico o ficha plastificada con los procedimientos y puntos críticos del curso. Su fundamento empírico es atendible: el material digital resulta inaccesible en terreno. La recomendación se refuerza con la observación coincidente de capacitadores y participantes sobre el nivel de escolaridad de una parte del público, lo que sugiere privilegiar soportes gráficos, secuencias visuales y lenguaje llano por sobre la referencia normativa.

8. **Incorporar un filtro de aptitud previo**. Consultar sistemáticamente por vértigo u otras condiciones incompatibles antes de la inscripción. Ello, atendido que actualmente pareciera que el curso mismo opera de hecho como prueba de aptitud.

9. **Revisar y depurar el material de apoyo de sala**. Tanto un participante como un capacitador señalan de manera independiente que las presentaciones contienen más información de la que alcanza a exponerse, con densidad tipográfica y gráfica excesiva. Se recomienda una revisión editorial de las presentaciones, orientada a reducir volumen, aumentar legibilidad y uniformar contenidos entre relatores.

10. Diferenciar la duración por familia de curso. Parece adecuada en los cursos de conducción con simulador y potencialmente insuficiente en aquellos de alta densidad procedimental —trabajo vertical, nudos y maniobras de rescate, y cursos que incorporan primeros auxilios—. Se recomienda evaluar la duración por tipo de riesgo.

11. Incorporar dispositivos de cierre orientados a la transferencia. La evidencia del corpus indica que el punto crítico no es la adquisición del conocimiento sino su aplicación en un entorno que la dificulta. Dos intervenciones de bajo costo podrían incorporarse: (i) cerrar la jornada con un compromiso escrito y específico del participante sobre qué hará distinto, dónde y cuándo; y (ii) entregar el material impreso recomendado en el punto 7 en formato de ayuda de memoria utilizable en el punto de decisión, de modo que el contenido esté disponible en el momento y lugar en que la conducta debe ejecutarse.

Recomendaciones sobre el alcance del programa

1. Extender la acción formativa a las jefaturas directas. Entrevistados de ambos corpus identifican a los mandos medios como punto de bloqueo. Puede implementarse en modalidad breve o mediante un reporte dirigido a la jefatura sobre el contenido cursado por su equipo. La formulación de un participante precisa el formato de menor costo: que la empresa reciba, junto con el certificado, un resumen del contenido efectivamente cursado por su trabajador, de modo que la jefatura sepa qué se le enseñó y qué está en condiciones de exigir.

2. Establecer un canal de retroalimentación desde los participantes hacia el diseño de los cursos. Se trata de un punto ciego que solo puede corregirse con información proveniente de quienes hacen el trabajo en terreno. Se recomienda que dicho canal contemple explícitamente el retorno de la información al cuerpo de relatores, dado que actualmente ninguno de los cinco entrevistados accede a los resultados de las encuestas de satisfacción que sus propios participantes responden.

3. Registrar y medir el efecto indirecto sobre el equipamiento. Tres informantes describen reposición de equipos o detección de no conformidades gatilladas por el curso. Constituye un impacto tangible de los cursos que sería interesante de contabilizar y que podría documentarse mediante una consulta de seguimiento a los trabajadores en un plazo que podría ser de seis meses una vez terminada la capacitación. El corpus de capacitadores refuerza la pertinencia de esta recomendación: los relatos espontáneos de exparticipantes que ellos reciben sobre cambios de equipamiento y de procedimiento a nivel de empresa, lo que sugiere que este es el efecto organizacional más consistente del CERC y el que hoy carece por completo de registro.

4. Incorporar el registro sistemático de la forma de remuneración de los trabajadores capacitados. La evidencia sugiere que la remuneración variable es un condicionante de la aplicabilidad de lo aprendido. Asimismo, si fuera posible, extender el registro a la forma de remuneración de los mandos medios de la empresa, dado que el corpus de capacitadores

identifica el bono por producción del coordinador directo como el punto en que la política preventiva de la gerencia se neutraliza.

5. Considerar la interacción entre el esquema de acreditación por horas y la calidad del aprendizaje. Ambos corpus documentan que un mismo trabajador cursa sucesivamente varias actividades de contenido parcialmente redundante para reunir las horas exigidas por el mandante o para renovar certificaciones al cambiar de empleador, con deterioro progresivo de su disposición a aprender.

6. Explicitar el alcance del CERC frente a las empresas usuarias. Los capacitadores señalan que una parte de los participantes es enviada sin conocimiento base del oficio, en circunstancias que el centro entrega competencias preventivas y no formación ocupacional. Se recomienda declarar explícitamente en la comunicación con las empresas el perfil de entrada esperado para cada curso, de modo de reducir el desajuste entre lo que la empresa espera obtener y lo que el dispositivo puede entregar.

Recomendaciones sobre la gestión del cuerpo docente y de la jornada

1. Establecer un programa nacional de formación y actualización de instructores. Se refiere a que la entrega de contenidos sea equivalente para todos los relatores en todo el país. Debiera comprender al menos tres componentes: contenidos técnicos y actualización normativa; criterios comunes de ejecución y evaluación práctica; y desarrollo de las competencias de vínculo y manejo de grupo que los propios relatores identifican como decisivas y que reconocen no haber recibido en su formación profesional.

2. Cerrar el circuito de información hacia los relatores. Los cinco capacitadores declaran no recibir ninguna información sobre el efecto de su trabajo. Se recomienda implementar, como mínimo: entrega periódica de los resultados de las encuestas de satisfacción desagregados por relator y por curso; y un reporte agregado que permita relacionar programas de capacitación con la evolución de la accidentabilidad de las empresas participantes. Cabe señalar que la ausencia de retroalimentación constituye, además de una carencia de información de gestión, la supresión del principal mecanismo de aprendizaje del propio dispositivo: sin información sobre resultados, ni el relator ni el CERC pueden corregir. Su implementación es de bajo costo y mayor efecto potencial sobre la calidad de los cursos.

3. Sistematizar y compartir el repertorio metodológico existente. El análisis muestra que prácticas de alto valor —investigación grupal de accidentes con jerarquía de controles, uso de equipos vencidos en el ejercicio de chequeo, evaluación de expectativas al inicio y al cierre, uso de registros audiovisuales— existen hoy en el repertorio individual de algunos relatores y parecen no forman parte del estándar de CERC. Se recomienda documentarlas en una guía metodológica común y establecer instancias regulares de intercambio de buenas prácticas entre relatores.

4. Establecer un protocolo de gestión previa con la empresa. Debe asegurar que, antes de la actividad, el trabajador conozca a qué curso asiste, qué elementos de protección personal

debe traer y qué condiciones se requieren para ejecutar la parte práctica. Debe incorporar además una comunicación formal de la institución a la empresa solicitando no interrumpir al participante durante la jornada.

5. **Resolver la provisión de un servicio básico de alimentación durante la jornada**. Tres de los cinco capacitadores mencionan espontáneamente la ausencia de un café o colación a media jornada. Aunque el punto pueda parecer menor, el corpus muestra que tiene dos consecuencias no triviales: afecta la predisposición del participante, particularmente de quienes viajan desde regiones o desde comunas distantes; y genera un riesgo efectivo cuando los participantes salen del recinto a buscar alimentación, por lo que se sugiere coordinar con las empresas la información previa sobre colación de los participantes.

6. **Evaluar las brechas de infraestructura identificadas por los instructores**. Tres brechas concretas fueron señaladas: la inexistencia de un escenario de trabajo vertical, que impide dictar adecuadamente ese contenido; la limitación de capacidad derivada de contar con dos salas de teoría, que restringe el número de cursos diarios y subutiliza una infraestructura práctica valorada positivamente; y la actualización tecnológica del equipamiento de altura, respecto del cual los relatores observan que la oferta del mercado ha avanzado más rápido que la dotación disponible del CERC. En este último caso, no supone dotación masiva sino disponer de muestras que permitan exhibir y comparar alternativas actuales.

7. **Incorporar un encuadre y un procedimiento de contención para las actividades de alto impacto emocional**. Se recomienda establecer un encuadre previo explícito de la actividad y orientaciones sobre cómo proceder cuando el impacto excede lo pedagógico, así como formalizar los criterios hoy informales sobre el uso de material audiovisual de accidentes.

8. **Precisar el estatus normativo de los contenidos sin regulación específica**. Un capacitador identifica la ausencia de regulación nacional específica sobre trabajo en espacios confinados, lo que obliga a construir el estándar por analogía y debilita la posición frente a las empresas.

Bibliografía

Alli, B. O. (2008). *Fundamental principles of occupational health and safety* (2nd ed.). International Labour Office. https://www.ilo.org/publications/fundamental-principles-occupational-health-and-safety-second-edition

Andersen, J. H., Malmros, P., Ebbehoej, N. E., Flachs, E. M., Bengtsen, E., & Bonde, J. P. (2019). Systematic literature review on the effects of occupational safety and health (OSH) interventions at the workplace. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 45*(2), 103–113. https://doi.org/10.5271/sjweh.3775

Babalola, A. S., Manu, P., Cheung, C., Yunusa-Kaltungo, A., & da Silva Bartolo, P. J. (2023). Applications of immersive technologies for occupational safety and health training and education: A systematic review. *Safety Science, 166*, 106214. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106214

Badoozadeh, E., & Babaei-Pouya, A. (2023). Evaluating critical safety and health risks by job safety analysis and analytic hierarchy process in industrial printing. *Health in Emergencies and Disasters Quarterly, 8*(3), 177–184. https://doi.org/10.32598/hdq.8.3.472.1

Bena, A., Berchialla, P., Coffano, M. E., Debernardi, M. L., & Icardi, L. G. (2009). Effectiveness of the training program for workers at construction sites of the high-speed railway line between Torino and Novara: Impact on injury rates. *American Journal of Industrial Medicine, 52*(12), 965–972. https://doi.org/10.1002/ajim.20770

Bonesso, S., Gerli, F., & Pizzi, C. (2015). The interplay between experiential and traditional learning for competency development. *Frontiers in Psychology, 6*, 1305. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01305

Bonesso, S., Gerli, F., Zampieri, R., & Boyatzis, R. E. (2020). Updating the debate on behavioral competency development: State of the art and future challenges. *Frontiers in Psychology, 11*, 1267. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01267

Bowdler, M., Steijn, W. M. P., & van der Beek, D. (2023). Effective components of behavioural interventions aiming to reduce injury within the workplace: A systematic review. *Safety, 9*(3), 46. https://doi.org/10.3390/safety9030046

Bridger, R. S., Brasher, K., & Day, A. J. (2012, July). Sustaining safety at work: Accidents, cognitive failure and stress. In *Proceedings of the Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES)*. IEEE. https://doi.org/10.1109/SEANES.2012.6299568

Bunner, J., Prem, R., & Korunka, C. (2021). Perceived organizational support and perceived safety climate from the perspective of safety professionals: Testing

reciprocal causality using a cross-lagged panel design. *Journal of Safety Research, 78*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.06.006

Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: Una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas, 2*(1), 53–82. https://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/view/3

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (n.d.). *Hazard and risk—General*. Recuperado el 2 de agosto de 2026, de https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard/hazard_risk.html

Cioni, M., & Savioli, M. (2016). Safety at the workplace: Accidents and illnesses. *Work, Employment and Society, 30*(5), 858–875. https://doi.org/10.1177/0950017015590759

Cortes-Pena, O. F., Pulcha-Honores, J. R., Poma-Chavez, J. J., Villanueva-Blas, L. F., Coria-Benavides, K. G., & Gil-Alvarez, M. A. (2023). Differential impact of risk prevention training for work at height by traditional training and experiential learning methods. *International Journal of Innovative Research in Education, 10*(2), 192–201. https://doi.org/10.18844/ijire.v10i2.9275

Decreto con Fuerza de Ley N.º 1, de 2002, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Código del Trabajo. *Diario Oficial de la República de Chile*, 16 de enero de 2003.

Dermol, V., & Čater, T. (2013). The influence of training and training transfer factors on organisational learning and performance. *Personnel Review, 42*(3), 324–348. https://doi.org/10.1108/00483481311320435

Dyreborg, J., Lipscomb, H. J., Nielsen, K., Törner, M., Rasmussen, K., Frydendall, K. B., Bay, H., Gensby, U., Bengtsen, E., Guldenmund, F., & Kines, P. (2022). Safety interventions for the prevention of accidents at work: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews, 18*(2), e1234. https://doi.org/10.1002/cl2.1234

Edith Cowan University. (2023). *WHS critical risks and controls standard* (Version 1.0) [Estándar institucional]

Gómez, C., Vallejo, P., & Aguilar, J. (2025). A systematic literature review on serious games methodologies for training in the mining sector. *Information, 16*(5), 389. https://doi.org/10.3390/info16050389

Grytnes, R., Nielsen, M. L., Jørgensen, A., & Dyreborg, J. (2021). Safety learning among young newly employed workers in three sectors: A challenge to the assumed order of things. *Safety Science, 143*, 105417. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105417

GSE Salud Consultores Ltda. (2023). *Evaluación de la matriz de factores de causas de accidentes del trabajo: Informe sobre evaluación de la aplicación de la matriz y*

propuestas de mejoras en cuanto a su aplicación y registro. Subsecretaría de Previsión Social.

Instituto de Salud Pública de Chile. (2012). *Guía para la selección y control de equipos de protección personal para trabajos con riesgo de caídas* (Guía Técnica 03). Ministerio de Salud. https://www.ispch.cl/sites/default/files/03-EPP%20Anticaida(20112012).pdf

Instituto para una Cultura de Seguridad Industrial. (2019). *Lo esencial de la prevención de los accidentes graves, mortales y tecnológicos mayores*. https://www.icsi-eu.org/sites/default/files/2020-07/Icsi_essentiel_ES_prevencion-accidentes-graves-mortales-technol%C3%B3gicos-mayores_2019.pdf

International Organization for Standardization. (2018). *Occupational health and safety management systems—Requirements with guidance for use (ISO Standard No. 45001:2018)*. https://www.iso.org/standard/63787.html

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. (1995). *Boletín Oficial del Estado, 269*, 32590–32611. https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292

Li, J., Pang, M., Smith, J., Pawliuk, C., & Pike, I. (2020). In search of concrete outcomes—A systematic review on the effectiveness of educational interventions on reducing acute occupational injuries. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(18), 6874. https://doi.org/10.3390/ijerph17186874

Mansilla Pérez, S., van Bebber, R., Mansilla Lucero, G., & Pino Molina, D. (2023). *Evaluación de la investigación de accidentes graves y fatales y el aporte de este proceso a la gestión de la SST en las MIPYMES adheridas a ISL: Informe final*. Instituto de Seguridad Laboral. https://www.isl.gob.cl/wp-content/uploads/Informe-Final.-Estudio-accidentes-graves-y-fatales.pdf

Manuti, A., Pastore, S., Scardigno, A. F., Giancaspro, M. L., & Morciano, D. (2015). Formal and informal learning in the workplace: A research review. *International Journal of Training and Development, 19*(1), 1–17. https://doi.org/10.1111/ijtd.12044

Margheritti, S., Marcucci, S., & Miglioretti, M. (2025). Bridging the gaps: Examining the impact of technology-based active learning in workplace safety training through a systematic literature review. *Safety, 11*(1), 5. https://doi.org/10.3390/safety11010005

Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa: Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva, 17*(3), 613–619. https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300006

Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, 1*(2), Article 20. https://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089

Mori, T., Nagata, T., Odagami, K., Nagata, M., Adi, N. P., & Mori, K. (2024). A prospective cohort study of perceived organizational support and occupational accidents and near-miss events among Japanese workers. *Journal of Safety Research, 89*, 19–25. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2024.01.002

Morse, J. M. (1995). The significance of saturation. *Qualitative Health Research, 5*(2), 147–149. https://doi.org/10.1177/104973239500500201

Nykänen, M., Puro, V., Tiikkaja, M., Kannisto, H., Lantto, E., Simpura, F., Uusitalo, J., Lukander, K., Räsänen, T., & Teperi, A.-M. (2020). Evaluation of the efficacy of a virtual reality-based safety training and human factors training method: Study protocol for a randomised-controlled trial. *Injury Prevention, 26*(4), 360–369. https://doi.org/10.1136/injuryprev-2019-043304

Organización Internacional del Trabajo. (1988). *C167—Convenio sobre seguridad y salud en la construcción, 1988 (núm. 167)*. https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C167

Organización Internacional del Trabajo. (2024, 22 de abril). *ILO Helpdesk: Business, occupational safety and health*. https://www.ilo.org/resource/other/ilo-helpdesk-business-occupational-safety-and-health

Pribadi, A. P., Rahman, Y. M. R., & Silalahi, C. D. A. B. (2024). Analysis of the effectiveness and user experience of employing virtual reality to enhance the efficacy of occupational safety and health learning for electrical workers and graduate students. *Heliyon, 10*(15), e34918. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34918

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education, 147*, 103778. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Ricci, F., Chiesi, A., Bisio, C., Panari, C., & Pelosi, A. (2016). Effectiveness of occupational health and safety training: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Workplace Learning, 28*(6), 355–377. https://doi.org/10.1108/JWL-11-2015-0087

Robson, L. S., Stephenson, C. M., Schulte, P. A., Amick, B. C., III, Irvin, E. L., Eggerth, D. E., Chan, S., Bielecky, A. R., Wang, A. M., Heidotting, T. L., Peters, R. H., Clarke, J. A., Cullen, K., Rotunda, C. J., & Grubb, P. L. (2012). A systematic review of the effectiveness of occupational health and safety training. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 38*(3), 193–208. https://doi.org/10.5271/sjweh.3259

Rodriguez, J., & Walters, K. (2017). The importance of training and development in employee performance and evaluation. *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development, 3*(10), 206–212. https://wwjmrd.com/archive/2017/10/496/the-importance-of-training-and-development-in-employee-performance-and-evaluation

Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Editorial Universidad de Antioquia.

Stuart, A. (2014). A blended learning approach to safety training: Student experiences of safe work practices and safety culture. *Safety Science, 62*, 409–417. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.10.005

Superintendencia de Seguridad Social. (2024). *Informe anual de seguridad y salud en el trabajo 2024*. https://www.suseso.cl/607/articles-729454_archivo_01.pdf

Toyoda, R., Russo-Abegão, F., & Glassey, J. (2022). VR-based health and safety training in various high-risk engineering industries: A literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19*(1), 42. https://doi.org/10.1186/s41239-022-00349-3

Tseng, Y.-C., & Hsu, H.-T. (2022). Investigating the influence of experiential training on the ability to anticipate risks of caught-in accidents. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 28*(1), 494–500. https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1785183

Tynjälä, P. (2008). Perspectives into learning at the workplace. *Educational Research Review, 3*(2), 130–154. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.12.001

University at Buffalo, Office of Curriculum, Assessment and Teaching Transformation. (n.d.). *Evidence of active learning's effectiveness*. Recuperado el 1 de enero de 2026, de https://www.buffalo.edu/catt/teach/develop/design/designing-activities/active-learning-effectiveness.html

Ya'acob, N. A., Rasdi, I., Zainal Abidin, E., Abd Rahman, A., & Ismail, S. (2016). Kiken Yochi Training (KYT) in reducing accidents at workplaces: A systematic review. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences, 3*(4), 123–132. https://publichealthmy.org/ejournal/ojs2/index.php/ijphcs/article/view/331

Yu, W.-D., Wang, K.-C., & Wu, H.-T. (2022). Empirical comparison of learning effectiveness of immersive virtual reality–based safety training for novice and experienced construction workers. *Journal of Construction Engineering and Management, 148*(9). https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002337

Zhang, Q., Chan, A. P. C., Yang, Y., Guan, J., & Choi, T. N. Y. (2023). Influence of learning from incidents, safety information flow, and resilient safety culture on construction safety performance. *Journal of Management in Engineering, 39*(3). https://doi.org/10.1061/JMENEA.MEENG-5223

Anexos

Anexo 1. Fichas curriculares detalladas de cada curso

Cursos relativos a accidentes con vehículos

MANEJO A LA DEFENSIVA PARA CONDUCTORES CLASE B CON SIMULADOR		
1.- Identificación del curso		
Número de horas	04 hrs Cronológicas Teórico Prácticas (25% Teoría – 75% Práctica)	
Descripción e importancia del curso	la conducción no profesional de vehículos implica tanto el conocimiento de las habilidades y capacidades del conductor, como también las distintas prestaciones que tiene el vehículo para una adecuada interrelación con los otros componentes del sistema vial (otros conductores de distintos tipos de vehículos, tipos de calzada y factores climáticos) sumado al incremento del parque automotriz hace cada día más importante reconocer estas capacidades y prever condiciones riesgosas propias o de otros participantes, de manera de minimizar riesgos y accidentes.	
Requisitos previos del participante **# Define el público objetivo de modo muy amplio no con foco específico**	conductores no profesionales (licencia clase B), para el uso particular o de empresas del sector industrial. Fabril, minero o construcción.	
Objetivo general (de Aprendizaje)	Al término del curso el participante será capaz de conocer las distintas características del ambiente donde interactúa el vehículo motorizado y cómo se comporta en el sistema vial adquiriendo conocimientos y habilidades que puedan ayudar a reducir riesgos en la conducción	
Objetivos específicos **# Mejorar redacción de los OA y OG**	• Conocer y usar normativa vigente de tránsito para vehículos motorizados, para asegurar la integridad de las personas y bienes públicos y privados. • Aplicar conceptos de educación vial para la conducción de vehículos motorizados. • Manejar situaciones de riesgos y hábitos de manejo defensivo, para asegurar la integridad de las personas	
Contenidos **# Nota: Lista de contenidos muy extensa. Debe haber un equilibrio entre la cantidad de contenidos a tratar, el número de horas, la profundidad y el "aprendizaje" que se quiere lograr.** **Mezcla contenidos con actividades y metodología.**	Módulo I. El conductor • Tipos de licencia de conducir • El uso de sentidos en la conducción • Capacidades motrices y estado físico del conductor • Factores que influyen en las capacidades del conductor • Efectos de la alimentación, fármacos y otros Módulo II. Prevención de riesgos asociados a la conducción • Conducción a la defensiva y convivencia vial • Accidentes de tránsito • Factores que influyen en los accidentes de tránsito	Módulo III. El vehículo • Elementos pasivos y activos del vehículo • Control de estabilidad, neumáticos, sistema abs • Rol del mantenimiento y la prevención de riesgos • Inspección de rutina • Lectura de tablero e instrumentos • Sistema de retención infantil Módulo IV. Normativas de tránsito • Ley No Chat • Ley Emilia • Ley tolerancia cero • Ley de convivencia de modos
	Módulo V. Conducción	Módulo VI. Simulación

	• Distancia empírica de frenado • Conducción nocturna • Conducción bajo condiciones climáticas adversa • Intensidad del tráfico e importancia del factor hora punta • Trazado de curvas	• Simulación de conducción de vehículo bajo distintas condiciones de ambiente
Aprendizaje esperado (propuesto)	**No Indica AE**	
Logro de competencia	**No se define**	
Método de enseñanza	**No se describe, sólo se indica que es presencial, pero se puede deducir que utiliza lo siguiente:** • **Exposición del Relator** • **Taller: Práctica en simulador de vehículo de pasajeros, bajo distintas condiciones de conducción**	
Evaluación	**No indica forma y/o método de evaluación de aprendizaje**	
2.-Coherencia		
Comprobar si los componentes del curso se interrelacionan /complementan	**Al Observar listado de contenidos se puede indicar que existe relación entre ellos y los objetivos propuestos, sin embargo, el tiempo propuesto es insuficiente**	
3.- Pertinencia. -		
Verificar si Objetivos, contenidos, actividades, evaluación son relevantes/adecuados para el curso	**Hay relación entre el objetivo general, objetivos específicos y contenidos. En cuanto a actividades solo indica la realización de un taller que si está relacionado con lo mencionado anteriormente.**	
4.- Suficiencia		
Considerar si los elementos del curso son "suficientes" para el logro de buenos resultados	No resulta posible evaluar la suficiencia del curso, ya que no se explicitan aprendizajes esperados verificables, criterios o instrumentos de evaluación del aprendizaje, ni la relación entre la duración del curso y la extensión de los contenidos propuestos**.**	

Redefinir la forma de presentar el curso indicando:

- El logro que se espera (aprendizaje esperado /competencia)
- La forma en que se evaluará para comprobar el logro del aprendizaje
- La metodología que se utilizará

Asimismo, reevaluar la cantidad de horas versus contenido.

CURSO TEÓRICO PRÁCTICO CONDUCCIÓN PREVENTIVA DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS CON SIMULADOR	
1.- Identificación del curso	
Número de horas	04 hrs Cronológicas Teórico Prácticas (25% Teoría – 75% Práctica)
Descripción e importancia del curso	Desarrollar actividades de capacitación en Seguridad Vial Laboral asociadas a la operación de vehículos de transportes de pasajeros de manera de reconocer oportunamente condiciones de riesgos asociados en la actividad y optar por medidas preventivas o de control apropiadas

Requisitos previos del participante **# No se precisan con claridad**	Conductores de vehículos de pasajeros, que se desarrollen en locomoción colectiva o particular para empresas de sector industrial, agrícola, minero o construcción.	
Objetivo general (de Aprendizaje)	Reconocer la importancia de la Seguridad y la prevención de riesgos en la tarea de conducir un vehículo de transporte de pasajeros y aplicar estos conocimientos en las labores de trabajo habitual	
Objetivos específicos **# Están explicitados, pero se recomienda mejorar redacción de los OA y OG**	• Definir las situaciones de peligro en la conducción a la defensiva, anticipándose a situaciones de riesgo, disponiendo del tiempo suficiente para reaccionar de manera segura. • Reconocer los factores de riesgo en Seguridad Vial relacionados con el Conductor Profesional, tales como, los accidentes de tráfico, las leyes de circulación	
Contenidos **# Lista de contenidos muy extensa, especialmente si se considera el tiempo asignado al curso de capacitación**	Modulo I: - Características del conductor profesional. - Qué significa ser conductor profesional - Factores de riesgo. - Comer, beber, fumar y su relación con la conducción. - La atención y las distracciones. - Fatiga y cansancio - El sueño y su influencia en la conducción nocturna - Alcohol - Estupefacientes, psicotrópicos, estimulantes u otras sustancias análogas	Módulo III: Condiciones adversas a la conducción. - Convivencia vial - Riesgos asociados al ambiente y medidas de control - riesgos derivados de las vías de tránsito - conducción nocturna módulo IV Normativa vigente - descripción actualizaciones ley de tránsito (Ley Emilia, de convivencia de modos, No chat) - protocolos de agresión
	Módulo II: - Inspección del vehículo antes de iniciar el viaje - elementos activos y pasivos del vehículo - Inspección pre operacional - Uso de check list - análisis mental del recorrido.	
Aprendizaje esperado (propuesto)	**No Indica Aprendizaje Esperado**	
Logro de competencia	**No se define el logro de enseñanza**	
Método de enseñanza	**No se describe, pero se puede deducir que utiliza lo siguiente:** • **Exposición del Relator** • **Taller: Práctica en simulador de vehículo de pasajeros, bajo distintas condiciones de conducción**	
Evaluación	**No indica forma y/o método de evaluación de aprendizaje**	
2.-Coherencia		
Comprobar si los componentes del curso se interrelacionan /complementan	**Al Observar listado de contenidos se puede indicar que existe relación entre ellos y los objetivos propuestos, sin embargo, el tiempo propuesto para tratar el tema es insuficiente**	
3.- Pertinencia. -		

Verificar si Objetivos, contenidos, actividades, evaluación son relevantes/adecuados para el curso	**Hay relación entre el objetivo general, objetivos específicos y contenidos. En cuanto a actividades solo indica la realización de un taller que si está relacionado con lo mencionado anteriormente.**
4.- Suficiencia	
Considerar si los elementos del curso son "suficientes" para el logro de buenos resultados	No es posible evaluar plenamente la suficiencia del curso, debido a que no se explicitan aprendizajes esperados verificables, criterios o instrumentos de evaluación del aprendizaje ni la relación entre la duración del curso y la extensión de los contenidos propuestos, lo que dificulta determinar si el diseño formativo permite lograr las competencias planteadas.

Riesgos de trabajos en altura

TRABAJO EN ALTURA FISICA		
1.- Identificación del curso		
Número de horas	2 horas	
Descripción e importancia del curso **# No describe el curso, es más una introducción**	Los trabajos en altura física corresponden a una de las acciones más importantes a realizar por parte del trabajador y de uso común para las distintas etapas de las obras de edificación o montaje en altura. Por lo anterior, es fundamental tomar todas las medidas de control necesarias para evitar los accidentes derivados de esta condición.	
Requisitos previos del participante **# Definir con foco más específico debido a la diversidad y condiciones de trabajos que se realizan en altura**	Todo el personal que desarrolle operaciones de trabajo en altura física.	
Objetivo general (de Aprendizaje) **# Mejorar la redacción del OA. Habla de actividad y no de curso por ej.**	Al finalizar la actividad los participantes habrán adquirido los conocimientos y habilidades necesarias que les permitirán realizar las maniobras propias del trabajo en altura de manera efectiva y segura.	
Objetivos específicos Centrar la redacción en el sujeto que aprende, es decir el trabajador que se capacita	Entregar los conocimientos relativos a los factores críticos de seguridad para el trabajo en altura física Conocer y Utilizar los equipos para el trabajo en altura física y sus características Ejecutar en forma segura maniobras de trabajos altura física	
Contenidos **Nota: Presenta un temario** **Mezcla contenidos con actividades y metodología**.	Principios fundamentales: Medidas de seguridad específicas para trabajos en altura - Introducción - Tipos de estructuras y situaciones comunes asociadas al trabajo en altura física - Medidas de seguridad Riesgos y medidas de control: - Accidentes más frecuentes - Estilo de trabajo seguro	Legislación: - Ley 16.744 - Resolución exenta 1031 - Decreto supremo 594 - Circular 2345 SUCESO EPP: - Sistemas y subsistemas de detención de caídas - Componentes y resistencias, - Cuidado y mantenimiento de todo el equipo y material técnico. Aspectos técnicos de la protección contra caídas de altura: - Factor de caída - Fuerza de choque - Síndrome del arnés

	- Causas de accidentes y medidas preventivas	- Medidas de prevención y protección contra caídas.
Aprendizaje esperado (propuesto)	**No Indica AE**	
Logro de competencia	**No se define**	
Método de enseñanza	**La técnica de aprendizaje a utilizar se basa en una metodología interactiva, que, como estilo de enseñanza, busca facilitar la adquisición de nuevas herramientas de conocimientos y prácticas para los alumnos, potenciando la comunicación entre instructor y alumnos.**	
Evaluación	**No indica forma y/o método de evaluación de aprendizaje**	
2.-Coherencia	**No indica forma de evaluar el logro**	
Comprobar si los componentes del curso se interrelacionan /complementan	**Al Observar listado de contenidos se puede indicar que existe relación entre ellos y los objetivos propuestos, sin embargo, el tiempo propuesto es insuficiente**	
3.- Pertinencia. -		
Verificar si Objetivos, contenidos, actividades, evaluación son relevantes/adecuados para el curso	**Hay relación entre el objetivo general, objetivos específicos y contenidos. En cuanto a actividades solo indica la realización de un taller que si está relacionado con lo mencionado anteriormente.**	
4.- Suficiencia		
Considerar si los elementos del curso son "suficientes" para el logro de buenos resultados	No es posible evaluar plenamente la suficiencia del curso, debido a que no se explicitan aprendizajes esperados verificables, criterios o instrumentos de evaluación del aprendizaje ni el nivel de desempeño esperado para las competencias asociadas al trabajo en altura. Asimismo, la relación entre la duración del curso (2 horas) y la amplitud de los contenidos propuestos dificulta determinar si el diseño formativo permite lograr las competencias planteadas**.**	

Redefinir la forma de presentar el curso indicando:

- El logro que se espera (aprendizaje esperado /competencia)
- La forma en que se evaluará para comprobar el logro del aprendizaje
- La metodología que se utilizará

Asimismo, reevaluar la cantidad de horas versus contenido. Cabe señalar que hay una buena propuesta de trabajo práctico, aunque faltan elementos, por ejemplo, el cómo se realizará.

TRABAJO EN ALTURA ANDAMIO Y PLATAFORMA	
1.- Identificación del curso	
Número de horas	4 horas: de las cuales serán 2 teóricas y 2 de práctica
Descripción e importancia del curso **# No describe el curso, es más una introducción**	Los trabajos sobre andamio y plataforma corresponden a una de las faenas de apoyo más importantes y de uso común para las distintas etapas de las obras en altura. Por lo anterior, es fundamental tomar todas las medidas de control necesarias para evitar los accidentes en el montaje, operación y desmontaje de estas estructuras.
Requisitos previos del participante	Todo el personal que desarrolle operaciones de trabajo en altura sobre andamio y plataforma.

# Definir con foco más específico debido a la diversidad y condiciones de trabajos que se realizan en altura		
Objetivo general (de Aprendizaje) **# Mejorar la redacción del OA. Habla de actividad y no de curso por ej.**	Al finalizar la actividad los participantes habrán adquirido los conocimientos y habilidades necesarias que les permitirán realizar las maniobras propias del trabajo en andamio y plataforma de manera efectiva y segura.	
Objetivos específicos **# Mejorar redacción de los OA y OG**	• Conocer los riesgos específicos asociados a trabajos en andamio y plataforma • Conocer y Utilizar los equipos para el trabajo en andamio y plataforma y sus características • Ejecutar en forma segura las maniobras de trabajo en andamio y plataforma	
Contenidos **Nota: Presenta un temario** **Mezcla contenidos con actividades y metodología.**	Principios fundamentales Medidas de seguridad específicas para trabajos en andamios: - Introducción - Tipos de andamios y componentes de andamios - Medidas de seguridad en andamios Riesgos y medidas de control: - Accidentes más frecuentes en andamios - Estilo de trabajo seguro - Causas de accidentes y medidas preventivas	Legislación: - Ley 16.744 - Resolución exenta 1031 - Decreto supremo 594 - Circular 2345 SUCESO EPP: - Sistemas y subsistemas de detención de caídas - Componentes y resistencias, - Cuidado y mantenimiento de todo el equipo y material técnico. Aspectos técnicos de la protección contra caídas de altura: - Factor de caída - Fuerza de choque - Síndrome del arnés - Medidas de prevención y protección contra caídas.
Aprendizaje esperado (propuesto)	**No Indica AE**	
Logro de competencia	No se define	
Método de enseñanza	La técnica de aprendizaje utilizar se basa en una metodología interactiva, que, como estilo de enseñanza, busca facilitar la adquisición de nuevas herramientas de conocimientos y prácticas para los alumnos, potenciando la comunicación entre instructor y alumnos.	
Evaluación	No indica forma y/o método de evaluación de aprendizaje	
2.-Coherencia	No indica forma de evaluar el logro	
Comprobar si los componentes del curso se interrelacionan /complementan	Al Observar listado de contenidos se puede indicar que existe relación entre ellos y los objetivos propuestos, sin embargo, el tiempo propuesto es insuficiente	
3.- Pertinencia. -		

Verificar si Objetivos, contenidos, actividades, evaluación son relevantes/adecuados para el curso	Hay relación entre el objetivo general, objetivos específicos y contenidos. En cuanto a actividades solo indica la realización de un taller que si está relacionado con lo mencionado anteriormente.
4.- Suficiencia	
Considerar si los elementos del curso son "suficientes" para el logro de buenos resultados	. No es posible evaluar plenamente la suficiencia del curso, debido a que no se explicitan aprendizajes esperados verificables, criterios o instrumentos de evaluación del aprendizaje ni el nivel de desempeño esperado para las competencias asociadas al trabajo en altura. Asimismo, la relación entre la duración del curso (2 horas) y la amplitud de los contenidos propuestos dificulta determinar si el diseño formativo permite lograr las competencias planteadas.

Redefinir la forma de presentar el curso indicando:

- El logro que se espera (aprendizaje esperado /competencia)
- La forma en que se evaluará para comprobar el logro del aprendizaje
- La metodología que se utilizará

Asimismo, reevaluar la cantidad de horas versus contenido. Cabe señalar que hay una buena propuesta de trabajo práctico, aunque faltan elementos, por ejemplo, el cómo se realizará

Trabajos en espacios confinados

TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS	
1.- Identificación del curso	
Número de horas	2 horas
Descripción e importancia del curso **#No describe el curso, es más una introducción**	Introducción: El desarrollo de labores en espacios confinados es una actividad común que tiene sus riesgos inherentes. Prevenir la ocurrencia de accidentes, concientizando a los participantes sobre los peligros y riesgos asociados al trabajo en espacios confinados e incentivando la conducta del auto cuidado durante la ejecución de las tareas propias de este tipo de trabajo, resulta determinante con el fin de minimizar la ocurrencia de accidentes.
Requisitos previos del participante **# Definir con foco más específico debido a la diversidad y condiciones de trabajos que se realizan en altura**	Todo el personal que desarrolle operaciones de trabajo en espacios confinados.
Objetivo general (de Aprendizaje) **#Mejorar la redacción del OA. Por ejemplo, habla de actividad y no de curso.**	Al finalizar la actividad los participantes habrán adquirido los conocimientos y habilidades que les permitirán realizar las maniobras propias del trabajo en espacios confinados de manera efectiva y segura.
Objetivos específicos **# Centrar la redacción en el sujeto que aprende, es decir el trabajador que se capacita**	Entregar los conocimientos relativos a los factores críticos de seguridad para el trabajo en espacios confinados Conocer y Utilizar los equipos para el trabajo en espacios confinados y sus características

	Ejecutar en forma segura maniobras de trabajos en espacios confinados	
Contenidos **Nota: Presenta un temario** **Mezcla contenidos con actividades, metodología y fuentes de información**	**Principios fundamentales** Medidas de seguridad específicas para trabajos en espacios confinados: - Definición de espacio confinado - Identificación y clasificación de peligros y evaluación de riesgos en espacios confinados - Atmósferas de trabajo - Sistemas de control de energías peligrosas y bloqueos - Permisos y procedimientos de trabajo	Riesgos y medidas de control - Accidentes más frecuentes en espacios confinados - Estilo de trabajo seguro - Causas de accidentes y medidas preventivas
	Equipamiento de trabajo: - Medidores de atmósferas - Ventilación forzada - Equipamiento para acceso y evacuación vertical - Cuidado y mantenimiento de todo el equipo y material técnico. Decreto supremo 594 Circular 2345 SUSESO Guía para los Trabajos en Espacios Confinados ISP	**Práctica (90 minutos):** **Trabajo en Simulador de Espacios Confinados** Uso de quipos de protección personal para espacios confinados Uso de detectores multi-gases Uso de ventiladores Análisis de atmósfera Comunicaciones Desplazamiento en ductos Evacuación vertical Aseguramiento de la escena Permisos de trabajo Otros peligros
Aprendizaje esperado (propuesto)	No Indica AE	
Logro de competencia	No se define	
Método de enseñanza	La técnica de aprendizaje a utilizar se basa en una metodología interactiva, que, como estilo de enseñanza, busca facilitar la adquisición de nuevas herramientas de conocimientos y prácticas para los alumnos, potenciando la comunicación entre instructor y alumnos.	
Evaluación	No indica forma y/o método de evaluación de aprendizaje	
2.-Coherencia	No indica forma de evaluar el logro	
Comprobar si los componentes del curso se interrelacionan /complementan	Al Observar listado de contenidos se puede indicar que existe relación entre ellos y los objetivos propuestos, sin embargo, el tiempo propuesto es insuficiente	
3.- Pertinencia. -		
Verificar si Objetivos, contenidos, actividades, evaluación son relevantes/adecuados para el curso	Hay relación entre el objetivo general, objetivos específicos y contenidos. En cuanto a actividades solo indica la realización de un taller que si está relacionado con lo mencionado anteriormente.	

4.- Suficiencia	
Considerar si los elementos del curso son "suficientes" para el logro de buenos resultados	No es posible evaluar la suficiencia del curso, ya que no se explicitan aprendizajes esperados verificables, mecanismos de evaluación del aprendizaje ni la correspondencia entre la duración del curso y los contenidos propuestos

Redefinir la forma de presentar el curso indicando:

- El logro que se espera (aprendizaje esperado /competencia)
- La forma en que se evaluará para comprobar el logro del aprendizaje
- La metodología que se utilizará

Asimismo, reevaluar la cantidad de horas versus contenido. Cabe señalar que hay una buena propuesta de trabajo práctico, aunque faltan elementos, por ejemplo, el cómo se realizará

Aislamiento y bloqueo

AISLAMIENTO Y BLOQUEO DE ENERGÍAS		
1.- Identificación del curso		
Descripción e importancia del curso	No describe el tipo de curso ni la importancia de este	
Requisitos previos del participante	N define requisitos previos	
Objetivo general de Aprendizaje	Evitar accidentes laborales en operaciones industriales en que se trabaje en presencia de Energías Peligrosas.	
Objetivos específicos	Aprender a Identificar las Energías Peligrosas Entender cómo Controlar las Energías Peligrosas Distinguir los Elementos necesarios para su control Aplicar el Protocolo de Aislamiento y Boqueo (LOTO	
Contenidos (está puesto como Temario)	Fundamentos Energía Tipos de Energías Energías Peligrosas Ejercicio de Identificación de grado de seguridad para intervenir sistemas con energía.	Control de Energías Peligrosas Programa de Control de Aislamiento y Bloqueo LOTO Criterios para realizar el Aislamiento y Bloqueo Elementos para Aislamiento y Bloqueo Restablecimiento Seguro de Energías
Aprendizaje esperado (propuesto)	**No Indica AE**	
Logro de competencia	**No se define el logro de enseñanza**	
Método de enseñanza	**No se describe, pero se puede deducir que utiliza lo siguiente:** • **Exposición del Relator utilizando láminas de ppt** • **Taller: Realizar mantenimiento a motor eléctrico (demostrado por el relator)**	
Evaluación	**No indica forma y/o método de evaluación de aprendizaje**	
2.-Coherencia		
Comprobar si los componentes del curso se interrelacionan /complementan	**Al Observar la PPT se puede indicar que existe una relación entre los contenidos del temario propuesto**	
3.- Pertinencia. -		

Verificar si Objetivos, contenidos, actividades, evaluación son relevantes/adecuados para el curso	Hay relación entre el objetivo general, objetivos específicos y contenidos. En cuanto a actividades solo indica la realización de un taller que si está relacionado con lo mencionado anteriormente.
4.- Suficiencia	
Considerar si los elementos del curso son "suficientes" para el logro de buenos resultados	**Es necesario reorganizar el curso y complementar.** No es posible evaluar plenamente la suficiencia del curso, debido a que no se explicitan aprendizajes esperados verificables, criterios o instrumentos de evaluación del aprendizaje ni el nivel de desempeño esperado para las competencias asociadas al control de energías peligrosas (LOTO). Asimismo, la falta de definición de requisitos previos, metodología de enseñanza y estructura formativa del curso dificulta determinar si el diseño curricular permite lograr las competencias propuestas**.**

Redefinir la forma de presentar el curso indicando:

- El logro que se espera (aprendizaje esperado /competencia)
- La forma en que se evaluará para comprobar el logro del aprendizaje
- La metodología que se utilizará

Asimismo, reevaluar la cantidad de horas versus contenido. Cabe señalar que hay una buena propuesta de trabajo práctico, aunque faltan elementos, por ejemplo, el cómo se realizará.

Anexo 2. Perfil de Columnas del Dataset

Tabla A.2.1. RESUMEN_ACCIDENTES_anonimizado_V2

columna	total_filas	con_valor	nulos	pct_nulos	unicos_sin_nulos
Agente	3.405.788	1.817.467	1.588.321	46,636%	101
atdn_atd_fecha_ocurrencia	3.405.788	2.955.715	450.073	13,215%	706.911
edad	3.405.788	3.405.659	129	0,004%	149
tramo_edad	3.405.788	3.405.659	129	0,004%	7
caso_profesion_ocupacion	3.405.788	3.405.726	62	0,002%	734
pcnt_genero	3.405.788	3.405.768	20	0,001%	3
column00	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	3.405.788
atdn_id_unico	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	3.405.788
caso_id_caso	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	3.137.565
relato	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	3.086.851
Rut Trabajador_encrypted	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	1.925.222
caso_fecha_ingreso	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	1.705.183
adherente	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	134.712
año	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	15
calificacion	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	4
atdn_desc_tipo_acc	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	3
grave	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	2
marca_caida_altura	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	2
marca_contacto_electrico	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	2
marca_transito	3.405.788	3.405.788	0	0,000%	2

Anexo 3. EDA del dataset derivado de accidentes del trabajo (2011–2024)

Este anexo resume resultados clave del análisis exploratorio (EDA) aplicado al dataset derivado a nivel de caso (caso_id_caso), restringido a la categoría Trabajo (atdn_desc_tipo_acc) y al período 2011–2024 (según el campo año). Las marcas preexistentes (marca_caida_altura, marca_contacto_electrico, marca_transito) fueron removidas para evitar ambigüedad con el etiquetado por PLN.

Tabla A.3.1. Resumen del dataset derivado (solo accidentes de trabajo)

Métrica	Valor
Archivo derivado	acc_trabajo_2011_2024_casos_unicos.parquet
Tamaño (MB)	338.83
N° columnas	17
Casos únicos (caso_id_caso)	2.061.080
Categoría	Trabajo
Período (año)	2011–2024

.

año	casos
2011	140.667
2012	152.464
2013	161.610
2014	157.055
2015	154.426
2016	160.743
2017	156.755
2018	155.033
2019	152.741
2020	105.394
2021	125.376
2022	143.374
2023	144.875
2024	150.567



Figura A3.1. Número de casos de accidentes del trabajo por año (2011–2024)

Tabla A.3.2. Columnas con valores nulos

columna	nulos	% nulos
Agente	674.427	32,722
atdn_atd_fecha_ocurrencia	237	0,011
edad	91	0,004
tramo_edad	91	0,004
caso_profesion_ocupacion	35	0,002
pcnt_genero	13	0,001
column00	0	0
atdn_id_unico	0	0
año	0	0
caso_fecha_ingreso	0	0
adherente	0	0
calificacion	0	0
atdn_desc_tipo_acc	0	0
relato	0	0
Rut Trabajador_encrypted	0	0
grave	0	0
caso_id_caso	0	0

Tabla A.3.3. Variable textual 'relato' (estadísticos descriptivos)

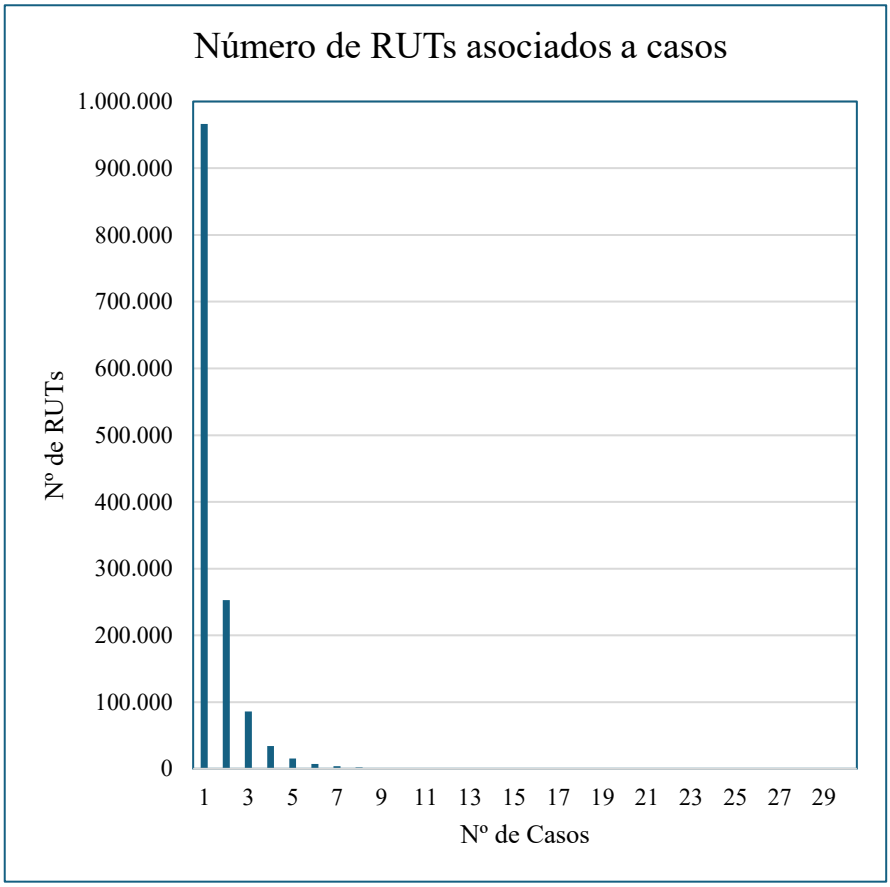
Indicador	Valor
Filas	2.061.080
Relato nulo o vacío	0
% relato nulo	0.000
Longitud mínima	3
p25	111
Mediana (p50)	144
p75	191
Longitud máxima	2.001
Promedio	161.000

Tabla A.3.4. Identificación por trabajador (Rut Trabajador_encrypted)

Indicador	Valor
Filas	2.061.080
RUT no nulos	2.061.080
RUT únicos	1.370.922
Promedio Casos/RUT	1,503426161

Tabla A.3.5. Frecuencia de accidentes por trabajador (Top 20 de conteo de RUT con múltiples casos)

n_casos	n_ruts
1	966.581
2	252.624
3	86.002
4	34.298
5	15.516
6	7.368
7	3.784
8	1.952
9	1.081
10	613
11	378
12	273
13	148
14	90
15	71
16	50
17	29
18	19
19	12
20	9



Anexo 4a. Formulario de encuesta

Encuesta Centro de Entrenamiento Riesgos Críticos, CERC, MUTUAL DE SEGURIDAD

Organizan: GSE salud, trabajo y ambiente consultores | CENTRO DE ENTRENAMIENTO DE RIESGOS CRÍTICOS MUTUAL | MUTUAL de seguridad

Gracias por aceptar participar de esta investigación.

1. Identificación

1. Indique el tramo de su Edad *
   - ◯ 15 a 19
   - ◯ 20 a 29
   - ◯ 30 a 39
   - ◯ 40 a 49
   - ◯ 50 a 59
   - ◯ 60 a 69
   - ◯ 70 o más

2. ¿Cuál es su Sexo? *
   - ◯ Hombre
   - ◯ Mujer
   - ◯ Prefiero NO Responder

3. ¿Aproximadamente cuántas personas trabajan en su empresa? *
   - ◯ Micro (1-9 trabajadores)
   - ◯ Pequeña (10-49 trabajadores)
   - ◯ Mediana (50-199 trabajadores)
   - ◯ Grande (200 o más trabajadores)

4. Pensando en el curso que hizo en el Centro de Entrenamiento de Mutual (CERC), ¿hace cuánto tiempo trabaja en ese tipo de tareas o riesgo? *
   - ◯ Menos de 1 año
   - ◯ 1 a 3 años
   - ◯ 3 a 5 años
   - ◯ Más de 5 años

Encuesta Centro de Entrenamiento
Riesgos Críticos, CERC, MUTUAL DE SEGURIDAD

Gracias por aceptar participar de esta investigación.

Organizan:

GSE salud, trabajo y ambiente consultores | CENTRO DE ENTRENAMIENTO DE RIESGOS CRÍTICOS MUTUAL | MUTUAL de seguridad

2. Selección de curso realizado

5. ¿Cuál fue el tema del principal curso en el que participó en el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos, CERC? *

- ◯ Trabajos en Altura
- ◯ Riesgos Eléctricos
- ◯ Operación de Vehículos / Maquinaria
- ◯ Espacios Confinados
- ◯ Izaje de Cargas / Atrapamientos
- ◯ Otro Curso

3. Evaluación de aprendizaje y aplicación

A continuación, se le consultará su opinión respecto a las actividades de entrenamiento realizadas en el curso principal. Indique cuan de acuerdo está respecto a las siguientes preguntas.

6. Después del curso, ¿cuánto mejor identifica los peligros en su trabajo? *

Nada	Poco	Bastante	Mucho
◯	◯	◯	◯

7. ¿El curso le permitió distinguir con claridad entre una condición laboral segura y otra riesgosa? *

Nada	Poco	Bastante	Mucho
◯	◯	◯	◯

8. ¿Cuánto aplica en su trabajo diario lo que aprendió en el curso? *

Nada	Poco	Bastante	Mucho
◯	◯	◯	◯

9. ¿En el curso aprendió procedimientos que se usan en situaciones reales de riesgo laboral? *

Nada	Poco	Bastante	Mucho
◯	◯	◯	◯

10. ¿En el curso aprendió sobre las acciones que debe hacer cuando ocurre una situación de riesgo laboral? *

Nada	Poco	Bastante	Mucho
◯	◯	◯	◯

11. Antes de realizar el curso, ¿sabía qué acciones realizar frente al riesgo laboral estudiado? *

Nada	Poco	Bastante	Mucho
◯	◯	◯	◯

Encuesta Centro de Entrenamiento Riesgos Críticos, CERC, MUTUAL DE SEGURIDAD

Organizan:

Gracias por aceptar participar de esta investigación.

3. Evaluación de aprendizaje y aplicación (continuación)

12. Después del curso, ¿Cuánto mejor usa los elementos de protección personal (EPP)? *

Nada ◯ Poco ◯ Bastante ◯ Mucho ◯

13. ¿Aplica de manera permanente lo aprendido en el curso durante su trabajo cotidiano? *

Nada ◯ Poco ◯ Bastante ◯ Mucho ◯

14. Después del curso, ¿se siente más seguro/a en su trabajo? *

Nada ◯ Poco ◯ Bastante ◯ Mucho ◯

15. ¿El curso le entregó más conocimiento sobre los riesgos laborales a los que está expuesto? *

Nada ◯ Poco ◯ Bastante ◯ Mucho ◯

16. Después del curso, ¿desarrolla su trabajo de manera más segura? *

Nada ◯ Poco ◯ Bastante ◯ Mucho ◯

17. Después del curso, ¿se siente más calificado para reconocer e informar a sus supervisores sobre condiciones inseguras en su trabajo? *

Nada ◯ Poco ◯ Bastante ◯ Mucho ◯

Encuesta Centro de Entrenamiento Riesgos Críticos, CERC, MUTUAL DE SEGURIDAD

Gracias por aceptar participar de esta investigación.

Organizan:

4. Condiciones para aplicar lo aprendido

18. ¿La empresa cuenta con la infraestructura y apoyo para aplicar los pasos de seguridad aprendidos? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

19. Dado el ritmo de trabajo o las metas de producción en su empresa ¿puede aplicar los pasos de seguridad aprendidos? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

5. Metodología y desarrollo del curso

20. ¿La forma en que se enseñó en el curso le facilitó aprender? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

21. ¿El curso facilitó su participación en las actividades realizadas? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

22. ¿Las prácticas del curso se parecían a situaciones reales de su trabajo? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

23. ¿El profesor/a sabía bien lo que enseñaba? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

6. Infraestructura y evaluación general

24. La infraestructura del Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos de Mutual de Seguridad ¿es adecuada para los cursos que imparte? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

25. ¿Las actividades practicas o simulaciones de los cursos del CERC facilitan el aprendizaje de riesgos críticos en el trabajo? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

26. En general, ¿el curso cumplió lo que usted esperaba? *

Nada ○ Poco ○ Bastante ○ Mucho ○

Encuesta Centro de Entrenamiento Riesgos Críticos, CERC, MUTUAL DE SEGURIDAD

Organizan:

Gracias por aceptar participar de esta investigación.

7. Comentarios finales

27. ¿Desea agregar algún comentario o sugerencia respecto al curso realizado?

Escriba su comentario aquí...

0 / 1000 caracteres

8. Participación en entrevista

28. Como parte de este estudio, haremos en las próximas semanas algunas entrevistas breves para conocer mejor su experiencia. ¿Le gustaría participar en una entrevista online durante las próximas semanas? *

- ◯ Sí, me gustaría participar
- ◯ No, prefiero no participar
- ◯ Tal vez, me podrían contactar
- ◯ Prefiero NO responder

9. Sorteo de GiftCard (opcional)

29. Si desea participar en el sorteo de GiftCard , por favor escriba sus datos.
En caso contrario solo deje los campos vacíos y presione el botón.

Nombre completo

Escriba su nombre completo

Correo electrónico

Ejemplo: nombre@correo.cl

Teléfono / WhatsApp

Ejemplo: +56 9 1234 5678

Sus datos serán utilizados únicamente para el sorteo de GiftCard y no serán asociados a sus respuestas de la encuesta.

Enviar encuesta

¡Muchas gracias por su participación!

Su opinión es muy importante para mejorar los cursos del Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos, CERC.

Página 4 de 4

Anexo 4b Resultados descriptivos de las dimensiones conceptuales exploratorias de la encuesta

Con fines descriptivos, los 20 ítems de valoración posterior al curso fueron agrupados en cuatro dimensiones conceptuales definidas según el contenido de las preguntas. Para cada participante se calculó el promedio de los ítems correspondientes a cada dimensión, manteniendo la escala original de 1 a 4 puntos.

Las agrupaciones se utilizaron para resumir e interpretar los resultados y no corresponden a factores estadísticos confirmados. Su estructura deberá validarse en futuras aplicaciones mediante análisis factorial para variables ordinales.

Dimensión conceptual	N.º de ítems	n	Media	DE	Mediana	RIC	Alfa de Cronbach	Personas con promedio ≥ 3
Aprendizaje y reconocimiento del riesgo	6	123	3,47	0,47	3,50	3,17–3,83	0,875	91,9 %
Aplicación y transferencia al trabajo	4	123	3,36	0,54	3,50	3,00–3,75	0,799	87,0 %
Seguridad y autoeficacia percibida	3	123	3,52	0,52	3,67	3,33–4,00	0,792	94,3 %
Calidad metodológica y condiciones del curso	7	123	3,45	0,49	3,43	3,14–3,86	0,897	91,9 %

Nota: DE = desviación estándar; RIC = rango intercuartílico. Las puntuaciones corresponden al promedio de los ítems de cada dimensión, en una escala de 1 = Nada a 4 = Mucho. El porcentaje final corresponde a las personas cuyo promedio en la dimensión fue igual o superior a 3 puntos. Las dimensiones son exploratorias y no han sido validadas mediante análisis factorial.

Las cuatro dimensiones presentaron puntuaciones favorables y coeficientes de consistencia interna adecuados o altos, con valores de alfa de Cronbach entre 0,792 y 0,897. La mayor puntuación correspondió a seguridad y autoeficacia percibida (media = 3,52), mientras que la menor se observó en aplicación y transferencia al trabajo (media = 3,36).

Aunque las diferencias entre dimensiones fueron acotadas, el resultado refuerza la identificación de la transferencia al puesto de trabajo como una de las principales oportunidades de mejora. Esta interpretación debe considerarse exploratoria, debido al carácter autoseleccionado de la muestra, al efecto techo observado y a la ausencia de una validación factorial de las dimensiones.

Anexo 5. Inferencia Poisson o Negative Binomial (NegBin):

Tabla A5.1. Resultados completos del análisis inferencial PRE/POST por riesgo crítico (tasas brutas, masa y estimación IRR).DID con Caliper =0.5 y K=5)

Riesgo Crítico	Versión	k controles por tratada (máx)	Tratadas con masa_y (pre-matching)	Tratadas sin control disponible (drop)	Tratadas (N emp)	Controles seleccionados (total)	Promedio abs(log-masa diff)	Mediana abs(log-masa diff)	Matches con relajación (sin decil)	CALIPER_LOG	USE_DECILE
Seguridad Vehículos	V2	5	169	2	167	828	0,01942	0,00401	0	0,5	VERDADERO
Trabajo en Altura	V2	5	294	107	187	908	0,05977	0,00921	30	0,5	VERDADERO
Contacto Eléctrico	V2	5	631	22	609	3005	0,01650	0,00029	0	0,5	VERDADERO

Riesgo Crítico	Empresas tratadas (con masa PRE&POST)	Empresas control (con masa PRE&POST)	Controles con >=1 accidente (PRE o POST)	Tasa PRE tratadas (%)	Tasa POST tratadas (%)	IRR bruto tratadas (POST/PRE)	Tasa PRE control (%)	Tasa POST control (%)	IRR bruto control (POST/PRE)	DiD bruto (IRR_trt/IRR_ctl)
Seguridad Vehículos	154	753	407	0,175	0,1509	0,8622	0,123	0,1186	0,9644	0,8941
Trabajo en Altura	278	789	228	0,0313	0,0202	0,6444	0,0551	0,042	0,7623	0,8453
Contacto Eléctrico	562	2479	169	0,0198	0,0216	1,0959	0,0113	0,0127	1,1191	0,9792

Riesgo Crítico	Modelo	Dispersion (Poisson pearson/df)	IRR DiD inferencial (POST×TRAT)	IC95% inf (low)	IC95% inf (high)	p-valor	Panel parquet
Seguridad Vehículos	NegBin DiD (cluster-robust)	8,496	0,84487	0,60667	1,17660	0,31849	PANEL_DID_NN_EMPRESA_PRE_POST_seguridad_vehiculos_K5_V2.parquet
Trabajo en Altura	NegBin DiD (cluster-robust)	7,97	0,77205	0,46471	1,28265	0,31786	PANEL_DID_NN_EMPRESA_PRE_POST_trabajo_en_altura_K5_V2.parquet
Contacto Eléctrico	NegBin DiD (cluster-robust)	1,838	1,08094	0,64662	1,80699	0,76655	PANEL_DID_NN_EMPRESA_PRE_POST_contacto_electrico_K5_V2.parquet

Riesgo Crítico	Periodo intervención/pseudo-T0 (global)	Cobertura PRE (global)	Cobertura POST (global)	T0 tratadas (min–max)	PRE tratadas (min–max)	POST tratadas (min–max)	T0 control (min–max)	PRE control (min–max)	POST control (min–max)
Seguridad Vehículos	2021-12-06 a 2024-12-16	2020-12-06 a 2024-12-15	2021-12-06 a 2025-12-15	2021-12-06 a 2024-12-16	2020-12-06 a 2024-12-15	2021-12-06 a 2025-12-15	2021-12-15 a 2024-12-15	2020-12-15 a 2024-12-14	2021-12-15 a 2025-12-14
Trabajo en Altura	2021-12-02 a 2024-12-03	2020-12-02 a 2024-12-02	2021-12-02 a 2025-12-02	2021-12-02 a 2024-12-03	2020-12-02 a 2024-12-02	2021-12-02 a 2025-12-02	2021-12-15 a 2024-11-15	2020-12-15 a 2024-11-14	2021-12-15 a 2025-11-14
Contacto Eléctrico	2021-12-15 a 2024-12-18	2020-12-15 a 2024-12-17	2021-12-15 a 2025-12-17	2021-12-28 a 2024-12-18	2020-12-28 a 2024-12-17	2021-12-28 a 2025-12-17	2021-12-15 a 2024-12-15	2020-12-15 a 2024-12-14	2021-12-15 a 2025-12-14

Estructura y Lógica del Análisis DiD-NN

El código desarrollado se divide en siete secciones estratégicas que garantizan que la comparación entre empresas sea justa y estadísticamente válida.

1. Configuración y Parámetros Críticos

Aquí se definen las reglas del juego. Lo más relevante es:

- **K_CONTROLS = 5**: Por cada empresa que tomó un curso (tratada), buscamos hasta 5 empresas similares que no lo hicieron (controles). Esto aumenta la potencia estadística.
- **CALIPER_LOG = 0.5** (y 0.25) Es una medida de tolerancia. Si una empresa control no se parece lo suficiente en tamaño a la tratada, el código prefiere descartarla antes que hacer un mal match.

2. Preparación de la Masa (cuantos trabajadores tiene la empres)

Para que el análisis sea válido, no basta con contar accidentes; hay que saber cuántos trabajadores estaban expuestos (se asume masa total).

- El código normaliza la dotación anual.
- **add_masa_pre_post**: Realiza una interpolación lineal. Si una empresa tomó el curso en junio, el periodo "PRE" usa una mezcla ponderada de la dotación de ese año y el anterior, asegurando que la tasa de accidentabilidad sea precisa para los 12 meses exactos.

3. Matching: Vecino más Cercano (NN) por Decil y Año

Esta es la sección de limpieza más importante. Para evitar sesgos, el código:

1. **Bloquea por Año**: Solo compara empresas en el mismo periodo temporal.
2. **Bloquea por Decil**: Divide las empresas en 10 grupos según tamaño. Intenta emparejar empresas del mismo decil.
3. **Sin Reutilización**: Un control usado para la "Empresa A" no puede usarse para la "Empresa B". Esto garantiza que los datos sean independientes.

4. Construcción del Panel Streaming

En lugar de cargar bases de datos gigantes en memoria, el código lee los accidentes en "lotes" (streaming).

- Calcula la distancia en meses entre el accidente y la fecha del curso (T_0).
- Clasifica los accidentes en la ventana [-12, -1] meses (PRE) y [0, +11] meses (POST).

5. Inferencia Estadística: El Corazón del DiD

Aquí se decide qué modelo matemático representa mejor la realidad de los accidentes:

- **Poisson DiD**: Se usa si los accidentes ocurren de forma constante.
- **Negative Binomial (NegBin)**: Se activa automáticamente si los datos tienen sobre-dispersión (ej. cuando pocas empresas concentran muchos accidentes), lo cual es muy común en seguridad laboral.
- **Cluster-Robust Errors**: Ajusta los cálculos considerando que los datos de una misma empresa antes y después están correlacionados.

6. Métricas de Calidad y Resultados

El código genera un resumen con indicadores de confianza:

- **IRR (Incidence Rate Ratio)**: El resultado principal. Un IRR de 0.85 indicaría que, tras el curso, los accidentes bajaron un 15% adicional respecto al grupo de control.
- **P-valor**: Indica si el resultado es fruto del azar o de la efectividad real del curso (habitualmente significativo si es < 0.05).

7. Exportación y Versionado

- **Control de Versiones (Vn)**: Evita sobrescribir resultados anteriores si se cambia parámetros.
- **Parquet de Riesgo**: Exporta la base de datos final por cada riesgo (Altura, Eléctrico, Tránsito) para que auditar fila por fila qué accidentes se contabilizaron.

Anexo 6. Ejemplos sobre promoción de cursos

Ejemplos sugeridos:

Ejemplo 1: Certificación en Trabajo Seguro en Andamios y Plataformas Elevadoras

"La seguridad en trabajos de altura es una competencia técnica que garantiza la protección de la vida y la excelencia operacional."

1. Perfil del Entrenamiento

- Duración: 4 horas cronológicas.
- Distribución: 25% Fundamentación Teórica | 75% Entrenamiento Práctico en Terreno. (dependerá de las definiciones de los instructores)
- Público Objetivo: Personal operativo y supervisores que desarrollen labores en altura sobre 1,8 m en sectores industriales, mineros o construcción.

2. Promesa de Competencia (Perfil de Egreso) Al finalizar, el participante será competente para:

- Validar la estabilidad estructural de andamios mediante listas de verificación técnica.
- Ejecutar maniobras de tránsito y posicionamiento utilizando Sistemas Personales para Detención de Caídas (SPDC).
- Asegurar la escena de trabajo identificando condiciones óptimas de montaje.

3. Hitos de Aprendizaje (Unidades de Competencia)

Tabla A6.1 Unidades de competencia, aprendizajes esperados y actividades prácticas (ejemplo 1)

Unidad	Aprendizaje Esperado	Actividad Práctica
I. Estándares Técnicos	Aplicar normativas vigentes (DS 594 y Circulares SUSESO) para un entorno seguro.	Análisis de modelos de éxito en seguridad vial y laboral.
II. Ingeniería de Protección	Configurar y ajustar correctamente el arnés y sus subsistemas de conexión.	Taller de chequeo cruzado de equipamiento (Partner Check).
III. Operación en Simulador	Realizar trabajos en altura con dominio de puntos de anclaje y restricción.	Simulación de ascenso y labores técnicas en estructuras certificadas.

4. Metodología:

- Modelamiento: El facilitador demuestra la técnica bajo estándares de excelencia.
- Entrenamiento Dirigido: El alumno practica en simuladores de alta fidelidad del CERC.

- Refuerzo Positivo: Retroalimentación inmediata sobre la postura y el uso de ganchos durante la maniobra.

Ejemplo 2: Especialización en Seguridad para Trabajos en Espacios Confinados

"Dominio técnico y control preventivo en entornos de atmósfera controlada."

1. Perfil del Entrenamiento

- Duración: 4 horas cronológicas (Ajustada según contenido para asegurar suficiencia).
- Distribución: Teórico-Práctico con énfasis en simulación en ductos y recintos cerrados.

2. Promesa de Competencia (Perfil de salida) Al finalizar, el participante será competente para:

- Gestionar permisos de trabajo y medir atmósferas con equipos multigas.
- Operar sistemas de ventilación forzada y equipos de acceso/evacuación vertical.
- Liderar el protocolo de comunicación y vigía para asegurar la integridad del equipo.

3. Hitos de Aprendizaje (Unidades de Competencia)

Tabla A6.2 Unidades de competencia, aprendizajes esperados y actividades prácticas (ejemplo 2)

Unidad	Aprendizaje Esperado	Actividad Práctica
I. Evaluación de Entorno	Clasificar peligros atmosféricos y configurar sistemas de bloqueo.	Simulación de medición de gases y análisis de riesgos en sitio.
II. Control de Escena	Implementar procedimientos de ventilación y aislamiento de energías.	Uso de ventiladores y dispositivos de bloqueo en simulador.
III. Maniobras de Acceso	Ejecutar entradas y salidas seguras utilizando trípodes y arneses de rescate.	Práctica de evacuación vertical y desplazamiento en ductos.

Anexo 7. Centros de entrenamiento en el mundo

Centros de Entrenamiento en Riesgos Críticos en América del Norte

Fuente: Información pública disponible en los sitios web institucionales indicados en cada subsección, consultados durante 2025 y 2026.

Estados Unidos tiene las instalaciones de entrenamiento más grandes del mundo, impulsadas por una estricta regulación federal (OSHA) y la necesidad crítica de respuesta ante desastres naturales e industriales.

1. Texas A&M Engineering Extension Service (TEEX[5]

El Texas A&M Engineering Extension Service (TEEX), se encuentra ubicado en College Station, en el Estado de Texas. Perteneciente al sistema universitario de Texas A&M, esta agencia ha trascendido su mandato estatal para convertirse en un activo de seguridad nacional e internacional. Su filosofía se basa en el realismo absoluto: no utilizan simulaciones de humo frío o fuego digital en sus cursos principales; utilizan fuego vivo alimentado por combustible líquido y propano, y estructuras colapsadas reales.

La historia de TEEX se remonta a 1930, cuando la Legislatura de Texas autorizó una escuela anual de capacitación para bomberos, reconociendo la necesidad de profesionalizar el servicio de extinción de incendios en un estado con una creciente industria petrolera.

Fue fundada como agencia en 1948 y nació de la fusión entre el Servicio de Entrenamiento de Extensión Industrial y la Escuela de Entrenamiento de Bomberos. Un hito crucial en su historia ocurrió en 1998, cuando se estableció el Centro Nacional de Entrenamiento de Respuesta y Recuperación de Emergencias (NERRTC) bajo su alero.

El año 2024 TEEX capacitó a más de 230.000 participantes de todos los estados de EE. UU. y 124 países. En 2023, el NERRTC celebró el hito histórico de haber capacitado a más de un millón de participantes acumulados[6][7][8].

Las instalaciones más importantes de TEEX son:

- Brayton Fire Training Field: el campo de fuego vivo más grande del mundo. La instalación cuenta con 132 estaciones de entrenamiento específicas y 22 escenarios de fuego. Se trata de estructuras de acero a escala real diseñadas para soportar ciclos térmicos repetidos. Aquí se enfrentan columnas de fuego alimentadas por combustible real, experimentando el calor y el ruido de un incendio industrial verdadero. Entre ellos se incluyen:
    - Buques y Estructuras Marinas: simuladores de sala de máquinas y cubierta para combate de incendios marítimos.

[5] **).** Sitio Web: https://teex.org/

[6] Texas Communities Benefit from the Expanded Services of TEEX's Extension Program, https://teex.org/news/texas-communities-benefit-from-the-expanded-services-of-teexs-extension-program/

[7] About Us | TEEX.ORG, https://teex.org/about-us/

[8] TEEX's National Emergency Response and Recovery Training Center Celebrates 25 Years, Surpasses One Million Participants Trained | TEEX.ORG, https://teex.org/news/teexs-national-emergency-response-and-recovery-training-center-celebrates-25-years-surpasses-one-million-participants-trained/

    - Complejos de Procesamiento Químico: con torres de destilación y unidades de proceso que permiten simular fugas de alta presión e incendios.
    - Transporte Ferroviario: Escenarios de descarrilamiento de trenes con vagones cisterna para prácticas de materiales peligrosos.
    - Aeronaves: Fuselajes a escala real para prácticas de rescate y extinción de incendios en aeronaves.
- Disaster City: es un complejo de aproximadamente 21 hectáreas que simula una ciudad en ruinas. Incluye edificios colapsados, descarrilamientos de trenes, y pilas de escombros diseñadas para el entrenamiento de equipos de Búsqueda y Rescate Urbano. Permite a los rescatistas practicar la extracción de víctimas en espacios confinados entre hormigón inestable, simulando las secuelas de terremotos o atentados.
- Emergency Operations Training Center: un centro de simulación digital para la gestión de incidentes a gran escala, donde los comandos practican la coordinación logística y estratégica.

Su catálogo de cursos es extenso. Sus programas más relevantes para la industria de alto riesgo[9]:

Curso / Programa	Enfoque Pedagógico
Combate de Incendios Industriales	Enfoque en tácticas de grandes caudales, gestión de espuma y liderazgo en emergencias de gran escala en refinerías y terminales de almacenamiento.
Rescate Técnico	Formación práctica en rescate vertical, espacios confinados y estructuras colapsadas.
Materiales Peligrosos	Manejo seguro de emergencias con Gas (Gas Natural Licuado), incluyendo técnicas de dispersión de gas y control de fuego en válvulas de alivio.
Determinación de Origen y Causa de Incendios	Capacitación forense para determinar el origen y causa de incendios y explosiones.
Aviación y Aeropuertos	Certificación profesional para bomberos de aeropuertos, utilizando simuladores de aeronaves con fuego real.

[9] Información detallada de sus programas: https://teex.org/about-us/teex-brayton-fire-training-field/

TEEX genera un retorno de inversión estatal de 11:1, demostrando que la capacitación pública es un motor económico además de una necesidad de seguridad[10].

2. **Mine Safety Appliances (MSA) Safety Training**. Sitio Web: https://us.msasafety.com/training

MSA está ubicada en Cranberry Township, Pittsburgh, Estados Unidos y cuenta con centros en Pittsburgh (Pennsylvania), Houston (Texas) y Edmonton (Alberta, Canadá). Fue fundada en 1914 tras una trágica explosión minera. Con más de un siglo de historia, MSA ha transitado de ser un fabricante de equipos a un proveedor integral de soluciones de seguridad. Su filosofía actual reconoce que el equipo de protección personal (EPP) es inútil sin la competencia para usarlo correctamente.

MSA reporta métricas de impacto en términos de "trabajadores protegidos" (estimados en 40 millones de personas globalmente en 2024), sus centros de entrenamiento capacitan miles de técnicos y operarios anualmente. Su plataforma digital, complementa la formación presencial con más de 150 cursos en línea accesibles globalmente.

MSA opera centros de entrenamiento de vanguardia, destacando su instalación en Houston (Pasadena), Texas, diseñada para replicar las condiciones severas del sector de Gas y Petróleo.

Sus centros cuentan con:

- Simuladores de Espacios Confinados: Tanques multinivel y túneles con zonas de enredo diseñadas para simular rescates complejos donde la visibilidad es nula y la movilidad restringida. Estos escenarios reproducen rescates complejos, donde la restricción de movimiento y la gestión del aire respirable son críticos[11].
- Torres de Protección contra Caídas: Estructuras que replican torres de telecomunicaciones y techumbres industriales para prácticas de ascenso seguro y rescate en altura.
- Centros de Experiencia en Detección: Laboratorios donde se simulan fugas de gas y llamas para entrenar en la calibración y respuesta con detectores portátiles y fijos.

3. **3M Safety Training**. Sitio Web: https://safetytraining.3m.com/

Tiene su sede en St. Paul, Estado de Minnesota, Estados Unidos. La capacidad de entrenamiento de 3M en riesgos críticos se cimenta en la adquisición estratégica de Capital Safety y el Fall Protection Group. Tras integrarse a 3M, combinaron décadas de innovación

[10] Economic Impact Analysis - RIAC, https://www.riacevents.org/ace/texas/assets/teex-economic-impact---2014.pdf

[11] Confined Space Training | MSA Safety | United States, https://us.msasafety.com/training/ConfinedSpaceTraining?locale=en

en EPP con metodologías pedagógicas avanzadas. Las instalaciones de 3M están diseñadas como laboratorios de física aplicada a la seguridad.

3M opera instalaciones insignia en Estados Unidos que definen el estándar para el trabajo en alturas.

- Red Wing, Minnesota: Este centro es el corazón histórico de Capital Safety. Ofrece instalaciones interiores y exteriores con torres de telecomunicaciones, estructuras de acero y simuladores de techumbres.
- Houston, Texas: Ubicado estratégicamente cerca del corredor energético, este centro se especializa en las necesidades de la industria del petróleo y gas.
- Unidades Móviles: Despliegan camiones de demostración ("Safety Roadshow") de 16 metros, llevando torres de caída y aulas móviles directamente a las plantas de los clientes.

La oferta de cursos de 3M se centra en la protección contra caídas y espacios confinados.

Curso / Programa	Público Objetivo
Protección Contra Caídas	Desde el trabajador básico hasta el ingeniero encargado de diseñar sistemas de anclaje y líneas de vida.
Rescate en Alturas	Equipos de respuesta que deben recuperar a un trabajador suspendido tras una caída, gestionando el trauma por suspensión.
Espacios Confinados	Personal que debe ingresar, monitorear o rescatar en espacios con atmósferas peligrosas o configuraciones complejas.
Certificación de Instructores	Formación de formadores internos para empresas, permitiendo escalar el conocimiento dentro de las organizaciones.

Centros de Entrenamiento en Riesgos Críticos en Europa

1. **RelyOn Nutec**. Sitio Web: https://relyon.com/

RelyOn Nutec tiene su sede en Copenhague, Dinamarca. Su entrenamiento contra incendios se remonta a 1985 con la fundación del Rotterdam International Safety Centre (RISC), creado para proteger el puerto más grande de Europa. En 2004, Falck A/S adquirió RISC, y en 2019, la división de seguridad fue adquirida por Polaris y renombrada como RelyOn Nutec. Con

más de 50 años de experiencia acumulada, es hoy un proveedor líder mundial en servicios de seguridad[12].

La empresa opera en 22 países con más de 50 centros de entrenamiento, capacitando anualmente a más de 250,000 personas al año[13]. Su historia está marcada por la gestión de crisis: el centro de la ciudad de Rotterdam, por ejemplo, fue fundado en 1985 como el Rotterdam International Safety Centre (RISC) para preparar a las brigadas municipales e industriales ante desastres en uno de los puertos más grandes del mundo

La empresa organiza su experiencia en "Academias" especializadas:

- Fire Academy (Rotterdam, Países Bajos): Un complejo de 6.5 hectáreas en la zona de Maasvlakte. Es único por su acceso a aguas abiertas y sus simuladores a gran escala, que incluyen buques e instalaciones de proceso petroquímico. Se especializa en la gestión de crisis táctica y estratégica. Una de las especialidades de la instalación es en incendios petroquímicos a gran escala, incendios en tanques de almacenamiento y emergencias con GNL (Gas Natural Licuado). Utilizan combustibles reales para recrear escenarios reales.
- Aberdeen (Reino Unido): Cuenta con simuladores de perforación avanzados y piscinas de supervivencia equipadas con simuladores de escape de helicóptero sumergido (Helicopter Underwater Escape Training) con sistemas de generación de olas y tormentas para realismo máximo, que sumergen y rotan una cabina de helicóptero en el agua para entrenar el escape de una aeronave siniestrada.
- Houston (EE.UU.): Centros enfocados en la conformidad con las normativas del Golfo de México, con simuladores de grúas y control de pozos

Adicionalmente se puede comentar que RelyOn Nutec ha liderado la transición desde el entrenamiento exclusivo para petróleo y gas hacia las energías renovables, particularmente para la industria eólica, cubriendo desde el entrenamiento básico de seguridad hasta cursos técnicos avanzados y rescate[14].

2. **Maersk Training**. Sitio Web: https://www.maersktraining.com/

Fue fundada en 1978 originalmente como la unidad de capacitación interna del conglomerado naviero A.P. Moller – Maersk, tiene su sede en Svendborg, Dinamarca y cuenta con centros en: Reino Unido, Brasil, EE. UU., Dubái.

[12] History RelyOn Nutec Fire Academy, https://fire.relyonnutec.com/about/history/

[13] TRAINING MANAGEMENT SERVICES (TMS) - RelyOn, https://relyon.com/training-management-services

[14] Safety without borders, https://assets-global.website-files.com/5ce6247122f44f2bd5edebbe/5e4e42a7a4f64d65049c37eb_annual_report_2019_web.pdf

Su filosofía central es “Entrena como luchas”[15]. Impartió aproximadamente 24,000 cursos entre 2023 y 2025[16]. Su Centro de Innovación y Simuladores Offshore (MOSAIC), que lleva la simulación al máximo realismo:

- Simuladores Integrados: Tienen la capacidad de conectar simuladores de puente de mando con simuladores de sala de máquinas. Esto permite que el capitán en el puente y los ingenieros en las máquinas enfrenten la misma crisis simultáneamente.
- Control de Pozos Avanzado: Simuladores de perforación que replican "kicks" (influjos de gas) y reventones, permitiendo a las tripulaciones practicar la Perforación con Presión Gestionada en un entorno seguro.

3. **Petzl Technical Institutes**. Sitio Web: https://www.petzl.com/brand/s/Petzl-Solutions?language=en_US

La empresa francesa, famosa por inventar gran parte del equipo moderno de escalada y trabajo vertical, ha institucionalizado su conocimiento a través de una red de institutos y socios técnicos.

Su sede en Crolles, Francia, alberga el instituto V.Axess, un edificio de 5,000 metros cuadrados dedicado a la experimentación y formación.

El centro cuenta con techos de 20 metros de altura, paredes de escalada indoor/outdoor, simuladores de espacios confinados y una torre de pruebas. Permite replicar condiciones de lluvia, oscuridad y frío para probar tanto los equipos como las reacciones humanas.

En Salt Lake City, estado de Utah en Estados Unidos, Petzl opera un instituto técnico de 4.500 metros cuadrados, diseñado para atender al mercado norteamericano. Incluye torres de telecomunicaciones interiores y estructuras para simular el acceso industrial, adaptándose a las normativas ANSI y OSHA.

Los cursos que ofrece Petzl son altamente técnicos y están dirigidos a usuarios expertos y formadores[17]:

- Inspección de EPP: curso crítico para certificar a quienes deben revisar legalmente el estado de arneses, cascos y cuerdas, gestionando el riesgo de fallo de equipo.
- Rescate y Acceso por Cuerdas: Formación avanzada en técnicas de autorrescate, rescate de compañeros y maniobras complejas de acceso por cuerdas.

[15] How simulation, survival, and technical training can improve safety and operational performance, https://www.maersktraining.com/news-and-insights/news/how-simulation-survival-and-technical-training-can-improve-safety-and-operational-performance

[16] Maersk Training, https://www.maersktraining.com/

[17] Un listado detallado se puede encontrar en https://www.petzl.com/brand/s/Petzl-Solutions?language=en_US

Una red de "Petzl Technical Partners" (PTP) extiende la metodología a nivel mundial, auditando a centros de terceros para asegurar que cumplen con los estándares pedagógicos de la marca.

4. The Fire Service College (FSC). Sitio Web: https://www.fireservicecollege.ac.uk/

El FSC se ubica en Moreton-in-Marsh, Gloucestershire, Reino Unido. En 1966 se estableció formalmente como el Colegio Técnico del Servicio de Bomberos. Es la institución de referencia para la formación de mandos de bomberos en el Reino Unido e internacionalmente.

El campo de entrenamiento del FSC es único por la diversidad de sus escenarios físicos a gran escala[18]:

- Autopista M96: Un tramo de autopista simulada diseñado para recrear accidentes de tráfico masivos.
- "Sir Henry": Una estructura de hormigón que simula un barco a escala real para practicar la lucha contra incendios marinos.
- Simuladores de Aeronaves: Incluyendo maquetas de Boeing 747.
- Laboratorio de Habilidades Inmersivas: inaugurado en 2025, incorpora IA y realidad virtual para complementar el entrenamiento físico[19].

5. Fundación Laboral de la Construcción (FLC). Sitio Web: https://www.fundacionlaboral.org/

Se trata organismo paritario gestionado por Confederación Nacional de la Construcción (CNC) y los sindicatos, su misión es vertebrar la seguridad de todo el sector de la construcción en España.

En el año 2023, la Fundación formó a 103.424 personas. Para gestionar este volumen, disponen de una red de 52 centros de formación propios distribuidos en las 17 Comunidades Autónomas de España.

Cuenta con 23 Centros de Prácticas Preventivas (CPP). Estas instalaciones no son aulas, sino obras simuladas. En un CPP, los trabajadores se enfrentan a riesgos físicos reales pero controlados: zanjas sin entibar, andamios mal montados, redes de seguridad y maquinaria pesada.

FLC identifica tres claves de su éxito pedagógico:

[18] https://www.fireservicecollege.ac.uk/facilities/incident-ground/

[19] Fire Service College celebrates 50 years of training firefighters with a royal visit, https://emergencyservicestimes.com/2025/01/17/fire-service-college-celebrates-50-years-of-training-firefighters-with-a-royal-visit/

- El fallo como herramienta de aprendizaje: a diferencia de la teoría, en los simuladores de la FLC se permite el error. Las Memorias Anuales destacan la inversión en tecnología que permite simular el vuelco de una máquina o una caída, permitiendo al alumno interiorizar la consecuencia fatal en un entorno seguro.
- Entornos de Realidad Mixta: que combinan la estructura física (andamios reales) con situaciones simuladas, cerrando la brecha entre la teoría del aula y la realidad sucia de la obra.
- BIM (Building Information Modeling) como Inmersión Digital: La FLC enseña BIM no solo como diseño, sino como construcción virtual. A través de proyectos como Net-UBIEP se entrena a los trabajadores para navegar el "Gemelo Digital" y anticipar errores antes de la fase física.

Los cursos experienciales y/o inmersivos que ofrece son los siguientes:

Curso / Programa	Enfoque Pedagógico
PRL en Trabajos en Altura **Espacios Confinados** **Proyecto VRoad** (Formación en seguridad vial para obras de carreteras) **Maquinaria** (Inspección pre-operacional virtual)	"Aprendizaje por Impacto Emocional". El alumno utiliza gafas VR (ej. Oculus) para "vivir" el accidente. El objetivo documentado es generar una respuesta emocional que modifique la conducta.
Grúa Torre y Grúa Móvil Autopropulsada **Retroexcavadora y Pala Cargadora** **Carretillas Elevadoras**	Desarrollo de Memoria Muscular. Uso de cabinas réplica con mandos físicos y software de simulación envolvente.
Instalación de protecciones colectivas (redes, barandillas) **Líneas de vida y anclajes**	Escenografía Realista (Role-play). Instalaciones físicas a escala 1:1 que reproducen los riesgos reales de una obra (zanjas, andamios tubulares, encofrados) para aprender manipulando materiales reales.
App "Arcade PRL" (Minijuegos de detección de riesgos)	Ludificación Competitiva con herramientas alojadas principalmente en Línea. Transforman la normativa en retos interactivos para captar la atención y ofrecer feedback inmediato.

Centros de Entrenamiento en Riesgos Críticos en Asía Pacífico y América Latina

1. Simtars (Safety in Mines Testing and Research Station). Sitio Web: https://www.rshq.qld.gov.au/simtars

Simtars es una unidad del Gobierno de Queensland, Australia y se ubica en dicho estado. Cuenta con más de 30 años de experiencia. Actúa como el centro neurálgico de seguridad

para la industria minera australiana[20]. Fue pionero al inaugurar en 2013 una instalación de Realidad Virtual Inmersiva que crea una réplica 3D exacta de una mina de carbón subterránea operativa[21].

Se estableció formalmente en 1983 y comenzó a operar plenamente en 1986. Su creación fue una respuesta directa a tragedias como las explosiones en las minas Box Flat (1972) y Kianga (1975)

La historia de Simtars está intrínsecamente ligada a la respuesta de Queensland ante desastres mineros catastróficos. No fue creada simplemente como un centro de formación, sino como una necesidad crítica para prevenir la pérdida de vidas.

Tras el desastre de Moura No. 4 (1986) y posteriormente Moura No. 2 (1994), el papel de Simtars se expandió, por lo que pasó de ser un laboratorio de pruebas a un centro integral de prevención, investigación de accidentes y respuesta a emergencias.

Simtars se diferencia de otros centros de formación por su Teatro de Realidad Virtual Inmersiva. No utilizan solo gafas VR estándar; emplean entornos proyectados a gran escala que permiten el entrenamiento colaborativo de equipos.

Se caracteriza por la utilización de pantallas de 360 grados y sonido envolvente para replicar las condiciones sensoriales de una mina (oscuridad, ruido de maquinaria, espacios confinados). Su objetivo es permitir que los trabajadores experimenten situaciones de alto riesgo (incendios, fallas de equipos, explosiones) sin peligro físico real. Esto genera "memoria muscular" y mejora la toma de decisiones bajo presión.

Se caracteriza por desarrollar "gemelos digitales" de minas reales. Por ejemplo, han colaborado con empresas para recrear sitios específicos (como la mina Meandu), permitiendo a los operarios "caminar" por su propio lugar de trabajo e identificar peligros antes de pisar la mina real.

Los cursos de Simtars son altamente técnicos y suelen estar dirigidos a roles de responsabilidad (supervisores, oficiales de ventilación, gerentes).

Sus instalaciones permiten:

- Galería de Propagación: Un túnel donde pueden detonar explosiones controladas de polvo de carbón para demostrar la física de una explosión real.
- Laboratorios de Calibración: Los alumnos entrenan con los mismos instrumentos de alta precisión que certifican para la industria.
- Salas de Control Simuladas: Replican la sala de control de una mina para entrenar a los operadores en la gestión de alarmas de gas a distancia.

[20] Training | Simtars - Resources Safety & Health Queensland, https://www.rshq.qld.gov.au/simtars/training

[21] Virtual mine training center opens in Australia - Mining Engineering Online - Official Publication of SME, https://me.smenet.org/virtual-mine-training-center-opens-in-australia/

Los programas principales que ofrece son los siguientes:

Curso / Programa	Enfoque Pedagógico
Ventilación y Atmósfera	Uso intensivo de software de modelado (Ventsim) y prácticas físicas en túneles de prueba para medir presión, flujo y temperatura.
	Aprender a interpretar cromatografías de gases en tiempo real para predecir explosiones. Se enseña a leer "la firma" del aire de la mina.
	Análisis de laboratorio sobre cómo el carbón se calienta solo (oxidación) y cómo detectarlo antes de que sea fuego visible.
Certificaciones Legales	Escenarios de juego de roles donde el alumno debe tomar decisiones legales bajo presión simulada.
	Inmersión profunda en la Ley de Seguridad Minera de Queensland. Enfocado en la responsabilidad legal personal de los directivos.
Higiene y Salud	Uso práctico de bombas y ciclones de muestreo para medir sílice y polvo de carbón, vital para prevenir la neumoconiosis ("pulmón negro").
	Capacitación en el uso de sonómetros y dosímetros en entornos industriales ruidosos.
Emergencia y Rescate	Simulacros masivos en minas operativas para poner a prueba los sistemas de la empresa.
	Uso correcto de autorrescatadores (SCSR) y protocolos de cambio de equipo en atmósferas irrespirables.
Investigación	Metodologías (como ICAM) aplicadas específicamente a minería, enseñando a preservar evidencia y encontrar la causa raíz más allá del error humano.

2. Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Sitio Web: https://ccs.org.co/

El CCS fue fundado en 1954 bajo el nombre de Comité Nacional de Prevención de Accidentes (CONALPRA), el CCS surgió por iniciativa de empresas pioneras como Ecopetrol y Bavaria. En 1974 adoptó su nombre actual. La sede principal se encuentra en Bogotá.

Sus campos de práctica cuentan con estructuras para ascenso, descenso y simuladores de espacios confinados.

En 2018, lanzaron el primer simulador de alta fidelidad en Colombia para conductores de transporte de carga y pasajeros, introduciendo tecnología de simulación avanzada para combatir la siniestralidad vial.

El modelo pedagógico del CCS ha integrado fuertemente la “Ludo-prevención” (aprender prevención mediante juegos) en su currículo. Reconociendo que la formación técnica puede ser árida, utilizan metodologías gamificadas (juegos, dinámicas que mantienen interés) para

facilitar la apropiación del conocimiento normativo y técnico, asegurando que los conceptos de seguridad se internalicen culturalmente y no solo memorísticamente.

Algunos de los cursos ofrecidos por CSS son los siguientes:

Curso / Programa	Enfoque Pedagógico
Trabajo Seguro en Alturas	Uso de pistas de entrenamiento certificadas, simuladores de estructuras reales, ascenso y descenso con equipos de protección (EPP) y simulación de situaciones de caída controlada.
Gestión de Espacios Confinados	Simulación de Entorno: Prácticas en túneles o módulos que replican espacios con ventilación limitada y acceso restringido. Incluye monitoreo de atmósferas y uso de equipos de respiración autónoma.
Brigadas de Emergencia Integral	Situacional / Simulacro: Ejercicios de extinción de fuego real (controlado), simulación de sismos, técnicas de camillaje y triaje en escenarios de caos simulado.
Investigación de Accidentes e Incidentes (Metodología Árbol de Causas / ICAM)	Análisis de Casos Reales: Aunque es de aula, utiliza talleres de reconstrucción de hechos basados en accidentes reales, obligando al estudiante a "sumergirse" en la escena del evento.
Auditor Técnico en Tareas de Alto Riesgo	Inspección de Campo Simulada: El participante debe auditar permisos de trabajo y condiciones en un escenario preparado con errores intencionales para detectar fallas en el sistema.

3. **TECSUP**. Sitio Web: https://www.tecsup.edu.pe/

TECSUP es una de las instituciones de educación superior tecnológica más prestigiosas del Perú. Fundada por la industria (particularmente el sector minero y energético), su propuesta de valor principal es la formación práctica y tecnológica de alto nivel.

Se trata de una organización educativa privada sin fines de lucro, fundada con el propósito de formar profesionales técnicos de élite para la industria peruana. A lo largo de su historia, ha establecido un vínculo indisoluble con la gran minería y la industria energética, sectores que demandan los estándares más rigurosos de seguridad. Su Centro de Seguridad es una división estratégica diseñada para promover la seguridad a nivel nacional, apoyada por una infraestructura de laboratorios y campos de entrenamiento que replican las condiciones exactas de una planta industrial o mina.

En los últimos cuatro años, el Centro de Seguridad ha capacitado a más de 500.000 personas en diversos programas de especialización y cursos de SST.

Más de 1.130 empresas han formado a sus trabajadores en esta institución, abarcando desde contratistas locales hasta corporaciones multinacionales.

La propuesta de valor de TECSUP radica en su capacidad para ofrecer entrenamiento práctico realista. A diferencia de centros que operan solo en aulas, TECSUP cuenta con un campo de entrenamiento equipado con:

- Módulos de Espacios Confinados: Estructuras diseñadas para simular atmósferas peligrosas y rescates complejos.
- Torres y Andamios: Para el entrenamiento de trabajos en altura, con sistemas de restricción y detención de caídas reales.
- Equipamiento Especializado: Grúas para izaje, simuladores de desfibriladores y maniquíes electrónicos para soporte vital, y equipos para manejo de materiales peligrosos (MATPEL).

Cursos y programas que destacan:

Curso / Programa	Enfoque Pedagógico
Entrenamiento en Riesgos Críticos (CERC)	Programa modular que cubre las tareas de mayor peligrosidad en minería e industria: Altura, Caliente, Espacios Confinados, Izaje. Se realiza en un "patio de entrenamiento". Los alumnos usan arneses reales, entran a túneles simulados y operan equipos de bloqueo en infraestructuras físicas reales.
Seguridad con Realidad Virtual (VR)	Inmersivo Digital: El alumno usa gafas de VR para entrar a una "planta virtual". Debe identificar fallas y riesgos. Si falla, el simulador muestra el accidente (caída, explosión) en primera persona, generando alto impacto emocional.
Diplomado en Prevención de Riesgos Laborales	Combina la teoría normativa con talleres prácticos en laboratorios. Incluye visitas a las plantas piloto de Tecsup para realizar auditorías e inspecciones simuladas en tiempo real.
Respuesta a Emergencias y Lucha Contra Incendios	Uso de simuladores de fuego ecológicos y escenarios de humo controlado. Los participantes enfrentan fuego real controlado para aprender a dominar el estrés y usar los equipos correctamente.
Seguridad Eléctrica	Se realiza en los laboratorios de electrotecnia de Tecsup. Se trabaja con tableros energizados y desenergizados para practicar procedimientos de bloqueo físico.
Manejo Defensivo y Seguridad Vial	Uso de cabinas de simulación que replican condiciones climáticas adversas (lluvia, granizo, pista resbalosa) y fatiga del conductor, sin riesgo de vuelco real.

4. **CEIM** (Centro de Entrenamiento Industrial y Minero). Sitio Web: http://ceim.cl/

CEIM fue creado a mediados de los años 90 y se encuentra ubicado en Antofagasta, Chile. Nacido bajo el alero de Minera Escondida (BHP). Se encuentra situado en el corazón minero de Chile.Su objetivo es el desarrollo de capital humano calificado para la minería de clase mundial. Capacita a más de 33.000 personas al año y ha formado a más de 300.000 personas a lo largo de su historia[22].

[22] CEIM celebra 26 años como referente nacional en formación para la industria, https://www.portalminero.com/wp/ceim-celebra-26-anos-como-referente-nacional-en-formacion-para-la-industria/

Lo que diferencia al CEIM de un OTEC (Organismo Técnico de Capacitación) tradicional es su fuerte inversión en tecnología de Industria 4.0. No solo enseñan teoría, sino que entrenan la "memoria muscular" y la toma de decisiones en entornos seguros antes de que el estudiante toque una máquina real.

El CEIM se caracteriza por el uso de tecnologías avanzadas en sus sedes (Antofagasta, Iquique, Santiago, etc.). Utilizan Realidad Mixta y Aumentada para entrenamiento de mantenimiento, y simuladores de alta fidelidad para la operación de Equipos de Alto Tonelaje (CAEX) en minería subterránea y a rajo abierto. Cuentan con salas de estudio tipo "espejo" donde los alumnos aprenden observando las maniobras de sus compañeros en los simuladores.

Además, ofrecen programas técnicos en operación de grúas puente, mantenimiento eléctrico, instrumentación y acreditaciones avanzadas para la industria minera e imparten cursos sobre riesgo eléctrico y trabajos en altura[23].

Cursos y programas que destacan:

Curso / Programa	Enfoque Pedagógico
Simuladores de Alta Fidelidad (Operación de Camión de Alto Tonelaje; Operación de Equipos de Servicio; Minería Subterránea y Rajo Abierto)	Cabinas inmersivas que replican con exactitud el movimiento, controles y situaciones de emergencia (falla de frenos, incendio, clima adverso) de maquinaria pesada real.
Realidad Virtual y Aumentada (para mantenimiento eléctrico, instrumental y de maquinaria)	Uso de gafas VR y software hiperrealista para transportar al alumno a faenas mineras o zonas de riesgo sin salir del aula. Permite interactuar con tableros eléctricos o componentes mecánicos virtuales.
Realidad Mixta (entrenamiento avanzado en mantenimiento y diagnóstico de fallas en equipos complejos)	Entornos donde objetos físicos y virtuales interactúan. El alumno puede usar herramientas reales sobre proyecciones virtuales, mejorando la precisión técnica.
Escape Room Minero	Los equipos son "encerrados" en una sala ambientada como faena y deben resolver acertijos técnicos y de seguridad para "sobrevivir" o salir (gamificación física)
Sala Espejo / Sala Estudio	Transversal a todos los cursos de Operación de Maquinaria Pesada. Mientras un alumno opera un simulador, sus compañeros ven en tiempo real en pantallas externas sus maniobras, errores y aciertos, permitiendo un aprendizaje vicario (aprender observando).

[23] Ceim, https://ceim.cl/wp-content/uploads/2025/05/catalogo-cursos-cortos-2025-v2.pdf

Anexo 8. Informe de visita técnica al Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos en Arequipa, Perú

INFORME DE VISITA TÉCNICA

Centro de Entrenamiento HSEC Perú

Arequipa, Perú: 14, 15 y 16 de mayo de 2026

Proyecto: "Evaluación de la efectividad de los entrenamientos experienciales en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales en el Centro de Entrenamiento de Riesgos Críticos (CERC)"

Informe técnico de alcance descriptivo y comparativo

Resumen

Entre los días 14 y 16 de mayo de 2026, integrantes del proyecto realizaron una visita técnica a HSEC Perú, en Arequipa. La actividad dio cumplimiento a la observación internacional prevista en el Paso 3 del Componente 1: complementar la revisión documental de centros de entrenamiento con antecedentes obtenidos in situ sobre contenidos, métodos, procedimientos, infraestructura y experiencias de formación frente a riesgos críticoss.

La visita fue conducida por la dirección del centro y un profesional experto. Incluyó el recorrido de instalaciones, observación de actividades relacionadas con trabajos en altura, rescate y espacios confinados, intercambio técnico con instructores, una exposición de Francisco Villalonga sobre el CERC de Mutual de Seguridad en Chile, una visita a una obra de edificio en construcción y dos conversaciones grupales grabadas: una con participantes del entrenamiento y otra con instructores y profesionales vinculados al centro.

La evidencia reunida muestra que el valor distintivo del entrenamiento experiencial radica en ejecutar procedimientos bajo supervisión, reconocer errores y recibir retroalimentación inmediata en escenarios controlados. Las voces de participantes e instructores agregan que la transferencia al trabajo depende también del tiempo efectivo de práctica, el tamaño del grupo, la calidad y semejanza del equipamiento, la preparación pedagógica del instructor y el apoyo de la empresa para aplicar lo aprendido.

La visita aporta evidencia cualitativa y observacional útil para la comparación con el CERC, pero no permite por sí sola atribuir reducciones de accidentabilidad al entrenamiento. Sus resultados deben integrarse con el análisis curricular, las encuestas, las entrevistas y el componente cuantitativo del proyecto.

1. Antecedentes y vinculación con el proyecto

El proyecto busca evaluar el efecto, la percepción y la adopción de conocimientos adquiridos en los cursos de entrenamiento experiencial impartidos por el CERC de Mutual de Seguridad para prevenir accidentes laborales graves. Sus objetivos específicos comprenden caracterizar

los cursos, estimar su relación con la accidentabilidad, evaluar conocimientos y percepciones de las personas participantes y formular recomendaciones de optimización.

Dentro del Componente 1, el Paso 3 establece la revisión comparativa de contenidos, métodos y procedimientos del CERC con cursos similares impartidos en Chile y otros países. La propuesta dispuso complementar la investigación documental con una visita a un centro de Perú o Colombia, de modo de recoger experiencias y resultados directamente en terreno. La visita a HSEC Perú materializa ese compromiso y amplía la base empírica disponible para el análisis comparativo.

La pertinencia de la actividad se relaciona con una pregunta central del estudio: cómo se produce la transferencia entre conocimientos preventivos, desempeño competente y reducción de la exposición a riesgos críticos. La observación directa permite examinar aspectos difíciles de reconstruir desde programas o páginas institucionales, como la interacción instructor-participante, el ritmo de práctica, la disposición de equipos, la corrección de errores y el trabajo coordinado.

2. Objetivos, alcance y método de la visita

2.1 Objetivo general de la visita

Conocer directamente el funcionamiento de un centro internacional especializado en riesgos críticoss e identificar elementos comparables con la experiencia del CERC de Mutual de Seguridad.

2.2 Objetivos específicos

La visita se orientó a observar infraestructura y escenarios prácticos; conocer metodologías de enseñanza y procedimientos de seguridad; examinar la articulación entre teoría, demostración y ejecución; recoger la valoración de participantes e instructores; contrastar la experiencia de HSEC con la presentación del CERC; y reconocer oportunidades de mejora aplicables al proyecto.

2.3 Fuentes y procedimiento de análisis

El informe integra cinco fuentes: documentos del proyecto; observación directa realizada durante las tres jornadas; antecedentes institucionales publicados por HSEC Perú; registro fotográfico de la visita; y transcripción revisada temáticamente, de dos grabaciones que en conjunto comprenden aproximadamente 86 minutos. Para el análisis cualitativo se agruparon contenidos recurrentes en categorías descriptivas: utilidad de la práctica, transferencia al puesto de trabajo, rol del instructor, equipamiento, modalidad y duración, evaluación y certificación, y oportunidades de mejora.

La actividad tuvo un alcance exploratorio. No constituyó una auditoría, certificación o evaluación formal de HSEC Perú, ni se revisaron registros de accidentabilidad del centro o de sus empresas clientes. Las opiniones recogidas corresponden a participantes de las conversaciones y no deben generalizarse a toda la población usuaria.

3. Caracterización de HSEC Perú

Según su sitio institucional y lo recabado en conversaciones in situ, HSEC Perú es una empresa peruana fundada en 2010 y especializada en seguridad y salud ocupacional, prevención de riesgos, rescate industrial y acceso por cuerdas. Declara desarrollar asesoría, capacitación, proyectos de ingeniería, supervisión especializada y comercialización de sistemas de protección.

Su oferta formativa incluye trabajos en altura, rescate industrial, trabajos en talud, espacios confinados, primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar, trabajos en caliente y riesgo eléctrico. También informa programas para prevencionistas, equipos de rescate, supervisores de trabajos de alto riesgo, entrenadores y equipos de respuesta ante emergencias. Esta combinación resulta pertinente para el estudio debido a su proximidad temática con varios riesgos abordados por el CERC.

El centro utiliza estructuras de andamios auto soportados, sistemas de anclaje, cuerdas, líneas de vida y equipos de protección para representar tareas y emergencias en condiciones controladas. Sus vinculaciones técnicas declaradas con organizaciones y marcas del ámbito de acceso por cuerdas, andamios y protección contra caídas complementan la dimensión formativa con conocimiento aplicado sobre equipos y sistemas.

Comparativamente, el Centro de Entrenamiento en Riesgos Críticos de Mutual de Seguridad CChC se diferencia por su enfoque preventivo, formativo y de cumplimiento normativo, orientado al fortalecimiento de competencias laborales seguras en el marco de la prevención de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Su propuesta de valor se sustenta en la utilización de infraestructura especializada y ambientes controlados que permiten recrear condiciones reales de trabajo en altura física, incorporando andamios, sistemas de anclaje, líneas de vida, cuerdas, arneses, dispositivos de conexión y equipos de protección personal contra caídas.

Este modelo de entrenamiento tiene como propósito desarrollar capacidades prácticas para la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos críticos, desplazamiento seguro, uso correcto de sistemas de protección contra caídas, respuesta ante emergencias y aplicación de procedimientos de trabajo seguro. Asimismo, sus programas se encuentran alineados con la normativa técnica vigente en Chile, incluyendo las disposiciones del D.S. N.° 594, el D.S. N.° 18, las guías técnicas del Instituto de Salud Pública (ISP, 2012) relacionadas con equipos de protección personal para trabajos en altura y la familia de normas NCh 1258, asociada a sistemas personales para la detención y restricción de caídas.

Adicionalmente, la operación del Centro de Entrenamiento se enmarca en la misión institucional de Mutual de Seguridad, organismo administrador de la Ley N.° 16.744, cuyo objetivo principal es contribuir a la reducción de la accidentabilidad y siniestralidad laboral mediante estrategias integrales de capacitación, entrenamiento práctico, asistencia técnica y transferencia de conocimientos preventivos a trabajadores y organizaciones adherentes.

En contraste, HSEC Perú presenta una oferta de servicios con una orientación más vinculada a la formación técnica especializada y a la prestación de servicios asociados a trabajos de alto riesgo, integrando capacitación, certificaciones, acceso por cuerdas, rescate industrial, inspecciones, supervisión de actividades críticas y entrenamiento para operaciones específicas. Si bien ambas organizaciones comparten el objetivo de fortalecer competencias en seguridad y salud ocupacional, el modelo de Mutual de Seguridad prioriza la prevención de riesgos laborales desde la perspectiva de un organismo administrador del seguro social, mientras que HSEC Perú mantiene un enfoque más orientado al desarrollo de competencias operacionales y certificaciones técnicas requeridas por los sectores industriales y productivos. HSEC Perú es un organismo técnico de capacitación, combinando capacitación, certificación, acceso por cuerdas, rescate industrial, trabajos en altura física, espacios confinados, diseño e instalación de líneas de vida, inspección de puntos de anclaje, mantenimiento de sistemas de protección contra caídas y comercialización de equipos especializados. Su modelo se vincula a estándares técnicos y marcas internacionales, además de asociaciones como APETAC, lo que refuerza una orientación hacia la especialización operativa y la ejecución técnica en terreno.



Figura A8.1. Infraestructura utilizada para entrenamiento en altura y acceso por cuerdas en HSEC Perú.

4. Desarrollo de las actividades

4.1 Recorrido técnico e intercambio institucional

La dirección del centro y un profesional experto guiaron el recorrido y explicaron las principales líneas de trabajo, la organización de las prácticas y la utilización de equipos. El intercambio permitió formular preguntas sobre secuencias de enseñanza, exigencias de certificación, tamaño de los grupos, evaluación de competencias y relación entre capacitación y condiciones reales de trabajo.

4.2 Observación de entrenamientos

En trabajos en altura se observaron desplazamientos sobre estructuras, conexión a sistemas de protección, uso de arneses y cuerdas, y maniobras que exigen mantener control de la exposición a caídas. En rescate se destacó la coordinación entre roles, el control de cuerdas, la comunicación y la supervisión continua. En espacios confinados se discutieron la planificación previa, el control de acceso, la vigilancia y la necesidad de contar con capacidad de respuesta ante emergencias.

Las actividades permitieron apreciar el entrenamiento como una instancia de desempeño y no solo de transmisión de información. El participante debe seleccionar, inspeccionar y utilizar equipos, ejecutar una secuencia y responder a indicaciones en un entorno que reproduce restricciones propias del trabajo, aunque bajo condiciones diseñadas para limitar el riesgo.



Figura A8.2. Ejercicio práctico de rescate en altura, con distribución de funciones y control de cuerdas.

4.3 Presentación de la experiencia del Centro de Entrenamiento en Riesgos Críticos de Mutual de Seguridad

Francisco Villalonga Regord, jefe del CERC de Mutual de Seguridad, expuso las actividades desarrolladas en Chile. La presentación facilitó un lenguaje común para comparar infraestructura, modalidades de entrenamiento, perfiles de participantes, evaluación y desafíos de transferencia. También permitió que el intercambio fuera bidireccional: HSEC presentó su experiencia operativa y el equipo chileno aportó antecedentes sobre el modelo del CERC.



Figura A8.3. Presentación de Francisco Villalonga Regord sobre el CERC de Mutual de Seguridad.

5. Visita a una obra de edificio en construcción

Durante la estadía se visitó una obra de edificación en ejecución vinculada a CISSAC. Esta actividad fue relevante porque conectó el entrenamiento con un contexto productivo real, donde confluyen trabajos en altura, riesgo eléctrico, circulación de personas, uso de herramientas, labores simultáneas y coordinación entre trabajadores, supervisores y empresa principal.

El registro de la visita muestra controles visibles de acceso y señalización sobre uso obligatorio de casco, protección auditiva, lentes, guantes y calzado de seguridad. La conversación con trabajadores permitió indagar cómo se aplica la formación recibida, qué

diferencias existen entre los equipos usados en el centro y los disponibles en la empresa, y de qué manera se comunican condiciones inseguras o necesidades de reposición.

La principal conclusión de esta observación es que la transferencia no ocurre automáticamente al finalizar el curso. Requiere condiciones organizacionales: disponibilidad de equipos adecuados, supervisión, tiempo para ejecutar procedimientos, posibilidad de detener o cuestionar una tarea insegura y apoyo entre pares. La visita a obra, por tanto, funcionó como contrapunto necesario a la simulación del centro.



Figura A8.4. Registro de la visita a la obra de edificación de CISSAC en Arequipa.

6. Hallazgos de las conversaciones grupales

6.1 Criterios de lectura

Las grabaciones se analizaron como evidencia cualitativa exploratoria. Se conservaron los roles generales de las personas participantes, pero se omitieron nombres y otros datos identificatorios. Las transcripciones fueron utilizadas para extraer temas y no como reproducción literal completa, debido a superposición de voces, ruido ambiente y variaciones de dicción.

6.2 Perspectiva de participantes del entrenamiento

Valor de la práctica. Los participantes distinguieron con claridad entre conocer un procedimiento y ser capaces de ejecutarlo. Señalaron que la práctica permite comprobar lo aprendido, recordar la secuencia al llegar al trabajo y actuar con mayor seguridad. Una formulación sintetiza esta idea: “Lo que hemos aprendido en teoría es lo que ponemos a prueba acá”.

Transferencia y aprendizaje entre pares. La experiencia práctica fue asociada con una mayor capacidad para reconocer errores, orientar a compañeros menos experimentados y pedir cambios cuando un equipo se encuentra deteriorado o no es adecuado para la tarea. El aprendizaje no se limita al individuo: se extiende mediante supervisores, compañeros y conversaciones en terreno.

Equipamiento y condiciones reales. Se observó que los arneses y otros elementos pueden variar entre el centro y las empresas. Los participantes valoraron la calidad, comodidad y especialización del equipamiento de entrenamiento, pero subrayaron la importancia de conocer distintos modelos y poder evaluar su compatibilidad con el riesgo específico.

Tiempo, tamaño de grupo y modalidad. Como oportunidad de mejora se planteó ajustar la duración práctica a la cantidad y ritmo de aprendizaje de las personas. También se valoró realizar la capacitación dentro de la jornada de trabajo. En la parte teórica se prefirió la presencialidad o una modalidad mixta; la formación virtual extensa y fuera de horario fue relacionada con cansancio, obligaciones familiares y distracciones. Surgió como alternativa una preparación asincrónica breve, con comprobación de conocimientos antes de asistir a la práctica.

Certificación y trayectoria laboral. La certificación fue considerada un requisito para determinadas tareas y un atributo que puede mejorar la empleabilidad. La conversación también mostró interés en mecanismos de revalidación que incluyan evaluación práctica, especialmente cuando la persona cambia de empresa o debe demostrar nuevamente su competencia.

6.3 Perspectiva de instructores y profesionales

Diseño y facilitación. Los instructores situaron como punto de partida la definición explícita de objetivos y la identificación de dudas o puntos débiles del grupo. Describieron una secuencia que combina explicación, casos de trabajo, demostración del procedimiento, repetición por el participante y adaptación progresiva dentro de los límites de la norma. Las anécdotas, imágenes, videos, preguntas y ejercicios grupales fueron señalados como recursos para mantener la atención y relacionar el contenido con tareas reales.

Evaluación y heterogeneidad. La evaluación teórica se realiza mediante formularios y una calificación mínima; la práctica se valora por observación del desempeño y criterio profesional. Los instructores reconocieron que una lista de cotejo individual resulta difícil de administrar cuando los grupos son grandes, aunque la evaluación mejora al trabajar con pocos

participantes. También identificaron diferencias de experiencia, atención y confianza excesiva, además de barreras lingüísticas y de lectoescritura. Una experiencia de capacitación inclusiva para personas quechua-hablantes utilizó principalmente imágenes, demostraciones y lenguaje sencillo.

Transferencia y seguimiento. La barrera más reiterada fue la falta de equipos equivalentes o de recursos suficientes en algunas empresas. En esos casos, el trabajador conoce una solución pero no puede aplicarla y el aprendizaje tiende a debilitarse. Los instructores indicaron además que reciben escasa retroalimentación posterior de las empresas y que parte de la demanda responde al cumplimiento de una exigencia. Como oportunidades de mejora propusieron escenarios más realistas, módulos con mayor actividad práctica, simulación, aprendizaje basado en casos y procesos más integrados de registro y certificación.

6.4 Síntesis transversal

Ambas conversaciones convergen en cuatro hallazgos.

a. La práctica es el mecanismo principal para comprobar comprensión, sostener la atención y desarrollar confianza competente.
b. El instructor agrega valor cuando observa, demuestra, pregunta, corrige y adapta el ritmo, no cuando se limita a exponer.
c. La transferencia depende de la empresa: equipos, supervisión, jornada, oportunidades de aplicación y posibilidad de comunicar riesgos.
d. La evaluación requiere observar desempeño individual y realizar seguimiento posterior; una prueba teórica o la obtención del certificado no bastan para acreditar aplicación sostenida.

7. Síntesis comparativa y aporte al proyecto

7.1 Convergencias observadas

La visita y la presentación del CERC muestran una convergencia fundamental: el entrenamiento frente a riesgos críticos requiere escenarios capaces de transformar conocimiento declarativo en desempeño observable. En ambos casos, la infraestructura, el equipamiento y la supervisión permiten ensayar procedimientos, reconocer desviaciones y practicar respuestas antes de enfrentar una situación real.

7.2 Rasgos de interés de la experiencia HSEC

La experiencia observada en HSEC presenta un énfasis visible en acceso por cuerdas, rescate y protección contra caídas, junto con una relación estrecha entre entrenamiento, equipos y servicios técnicos. Para el análisis del CERC resulta especialmente útil observar cómo se articulan demostración, práctica individual, trabajo de equipo y certificación en una misma experiencia formativa.

7.3 Aspectos que requieren evidencia adicional

La calidad percibida del entrenamiento, el realismo del escenario o la satisfacción de los participantes son condiciones relevantes, pero no equivalen a una reducción demostrada de accidentes. Para establecer esa relación se requiere combinar resultados de aprendizaje, evidencia de transferencia, exposición efectiva al riesgo, cambios en conductas y tasas específicas de accidentabilidad. La visita contribuye principalmente a explicar mecanismos y formular hipótesis para los demás componentes del proyecto.

8. Recomendaciones

8.1 Asegurar tiempo efectivo de práctica

Definir una relación máxima entre participantes, instructor y estación de trabajo, además de tiempos mínimos de ejecución individual. La duración debe considerar diferencias de experiencia y permitir repetir maniobras hasta alcanzar el criterio de desempeño.

8.2 Diseñar una secuencia híbrida coherente

Utilizar módulos teóricos breves y activos, presenciales o asincrónicos, con preguntas de comprobación y casos. La aprobación de la preparación previa debe ser requisito para acceder a la práctica; la virtualidad no debiera replicar una clase extensa por videoconferencia.

8.3 Evaluar competencias observables

Complementar las pruebas de conocimiento con listas de cotejo de desempeño: inspección de equipos, selección del sistema, ejecución de la secuencia, comunicación y reacción ante desviaciones. Incorporar revalidación práctica cuando la naturaleza del riesgo lo justifique.

8.4 Fortalecer la transferencia al lugar de trabajo

Entregar a participantes y supervisores una pauta posterior al curso con acciones de aplicación, verificación de equipos y conversación de seguridad. Considerar seguimiento diferido para conocer barreras reales, prácticas modificadas y apoyo organizacional recibido.

8.5 Calibrar y desarrollar a los instructores

Estandarizar criterios de retroalimentación, observación y aprobación, manteniendo espacios de actualización técnica y pedagógica. El dominio experto debe traducirse en demostraciones claras, preguntas, debriefing y adaptación a distintos niveles de experiencia.

8.6 Integrar indicadores de proceso y resultado

Registrar asistencia, tiempo efectivo de práctica, logro de competencias, revalidaciones y seguimiento de transferencia. Estos indicadores deben analizarse junto con datos de exposición y accidentabilidad, evitando atribuir cambios a la capacitación sin controlar otros factores.

9. Conclusiones

La visita a HSEC Perú permitió completar la actividad internacional contemplada en el Paso 3 del proyecto y aportó antecedentes directos sobre infraestructura, metodologías, procedimientos, equipamiento, certificación y experiencias de participantes e instructores.

Las actividades observadas confirman que la práctica supervisada, el realismo controlado, la retroalimentación y la coordinación son componentes centrales del entrenamiento experiencial. La visita a la obra amplió esta lectura al mostrar que la aplicación depende también del entorno organizacional y de la disponibilidad de condiciones adecuadas en el puesto de trabajo.

Los testimonios complementan la observación: participantes e instructores coinciden en el valor de combinar teoría y práctica, pero advierten que el aprendizaje puede diluirse por grupos numerosos, formación virtual poco interactiva, diferencias de equipamiento, barreras de comprensión y ausencia de seguimiento. Estas condiciones deben incorporarse al análisis de efectividad y a las recomendaciones del proyecto.

En conjunto, la actividad fortalece la revisión comparativa del proyecto y proporciona criterios concretos para la etapa de recomendaciones. Su principal aporte no es demostrar por sí sola un efecto sobre la accidentabilidad, sino comprender mejor los mecanismos que pueden favorecer —o limitar— la transferencia del aprendizaje preventivo.

La visita técnica a HSEC Perú permitió completar la actividad internacional contemplada en el Paso 3 del proyecto, aportando antecedentes directos y relevantes respecto de infraestructura, metodologías de entrenamiento, procedimientos operativos, equipamiento, procesos de certificación y experiencias de participantes e instructores. Esta instancia permitió contrastar el modelo observado en HSEC Perú con el enfoque desarrollado por el Centro de Entrenamiento en Riesgos Críticos de Mutual de Seguridad, identificando elementos comunes, diferencias estratégicas y oportunidades de mejora para fortalecer la efectividad de los procesos formativos.

Desde una perspectiva comparativa, ambas organizaciones reconocen el valor del aprendizaje práctico como componente central en la formación de trabajadores expuestos a riesgos críticoss. Las actividades observadas en HSEC Perú confirman que la práctica supervisada, el realismo controlado, la retroalimentación técnica y la coordinación durante los ejercicios son elementos esenciales del entrenamiento experiencial. Estos aspectos también se encuentran presentes en el modelo de Mutual de Seguridad, donde la infraestructura práctica permite recrear condiciones controladas de trabajo, especialmente en materias asociadas a trabajo en altura física, uso de andamios, líneas de vida, sistemas de anclaje, arneses, cuerdas, equipos de protección personal y respuesta ante emergencias.

No obstante, la principal diferencia radica en el enfoque institucional de cada organización. HSEC Perú presenta una orientación más vinculada a la capacitación técnica especializada, certificación de competencias, acceso por cuerdas, rescate industrial y servicios

operacionales asociados a trabajos de alto riesgo. En cambio, el Centro de Entrenamiento de Mutual de Seguridad desarrolla sus programas desde una perspectiva preventiva, formativa y normativa, alineada con su rol como organismo administrador del seguro social de la Ley N.° 16.744, cuyo propósito es contribuir a la prevención de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales en empresas adherentes.

La visita a obra complementó el análisis, al evidenciar que la transferencia efectiva del aprendizaje no depende únicamente de la calidad del entrenamiento, sino también del entorno organizacional, la cultura preventiva, la disponibilidad de equipamiento adecuado, las condiciones reales del puesto de trabajo y la capacidad de las empresas para implementar controles efectivos en terreno. En este sentido, el modelo de Mutual de Seguridad presenta una ventaja comparativa al integrar la capacitación dentro de una estrategia más amplia de gestión preventiva, asistencia técnica y acompañamiento a las organizaciones.

Asimismo, los testimonios de participantes e instructores permitieron identificar brechas relevantes que deben ser consideradas en el análisis de efectividad. Si bien existe consenso respecto del valor de combinar teoría y práctica, también se advierte que el aprendizaje puede diluirse cuando existen grupos numerosos, formación virtual poco interactiva, diferencias entre el equipamiento utilizado en la capacitación y el disponible en terreno, barreras de comprensión o ausencia de seguimiento posterior. Estas condiciones representan factores críticos que pueden limitar la transferencia del aprendizaje preventivo y deben incorporarse en las recomendaciones del proyecto.

En conclusión, la experiencia observada en HSEC Perú fortalece la revisión comparativa del proyecto y entrega criterios concretos para la etapa de recomendaciones. Su principal aporte no es demostrar por sí sola un efecto directo sobre la accidentabilidad, sino comprender con mayor profundidad los mecanismos que pueden favorecer o limitar la transferencia del aprendizaje preventivo hacia el desempeño real en terreno. Desde esta mirada, Mutual de Seguridad se diferencia por su enfoque integral de prevención, cumplimiento normativo y gestión de riesgos críticos, mientras que HSEC Perú destaca por su especialización técnica y operacional en actividades de alto riesgo. Ambas experiencias permiten reconocer que la efectividad del entrenamiento requiere infraestructura adecuada, instructores competentes, metodologías prácticas, evaluación permanente y seguimiento posterior para asegurar que las competencias adquiridas se traduzcan en conductas seguras y sostenibles en el trabajo.