



Universidad Europea de Canarias
TRABAJO FIN DE MÁSTER
Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

La “Nueva Visión” de la seguridad para la resiliencia adaptativa y la prevención de errores

Alumno: Sergio Matias Gallardo
Tutor: Dr. José Fernando Pérez
(San Luis - Argentina), 2024



Universidad europea de Canarias

TRABAJO FIN DE MÁSTER

La “Nueva Visión” de la seguridad para la resiliencia adaptativa y la prevención de errores

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Alumno: Sergio Matias Gallardo

TUTOR: Dr. José Fernando Pérez

(San Luis, Argentina), 2024

Tabla de Contenidos

1.0 Introducción	7
1.1 Delimitación/Justificación del Objeto de Estudio	7
1.2 Antecedentes	8
1.2.1 <i>Conceptos clave</i>	8
1.3 Marco Teórico y Metodológico	9
1.4. Objetivos Generales y Específicos	10
1.5 Hipótesis de trabajo	10
1.6. Estado de la Cuestión (Resumen de Bibliografía Relevante)	11
2.0 Descripción del Riesgo	12
2.1 Definición clara	12
2.2 Tipos de Caídas desde Alturas	12
2.2.1 <i>Caídas desde escaleras</i>	12
2.2.2 <i>Caídas desde techos</i>	13
2.2.3 <i>Caídas desde andamios</i>	13
2.2.4 <i>Otras superficies elevadas</i>	13
2.3 Factores contribuyentes	14
2.3.1 <i>Relacionados con los trabajadores</i>	14
2.3.2 <i>Ambiental</i>	14
2.4 Efectos a corto plazo	15
2.5 Efectos a largo plazo	16
2.6 Terminología clave	16
2.6 La Justificación Normativa Relacionada con el Riesgo	17
2.6.1 <i>Regulaciones Aplicables</i>	18
2.7 Sistema de Intervención: Metodología, Recursos y Reflexión	19
2.7.1 <i>La jerarquía de controles</i>	19
2.7.2 <i>Eliminación</i>	20
2.7.3 <i>Sustitución</i>	20
2.7.4 <i>Controles de ingeniería</i>	20
2.7.5 <i>Controles administrativos</i>	21
2.7.6 <i>Equipo de protección personal (EPP)</i>	21
3.0 Metodología	22
3.1 Enfoque de investigación	22
3.2 Fuentes de datos	23
3.3 Herramientas analíticas	23
4.0 Resultados y Discusión	25
4.1 Hallazgos clave	25
4.2 Discusión	26
4.2.1 <i>Análisis comparativo de los resultados de Seguridad I y Seguridad II</i> .	26
4.2.2 <i>Cómo las herramientas Safety-II transforman la evaluación de riesgos</i>	27
4.2.3 <i>Barreras y facilitadores para la implementación de Seguridad II</i>	28
4.2.4 <i>Soporte de hipótesis</i>	29
5.0 Conclusiones	30
5.1 Resumen de hallazgos	30

5.2 Evaluación de hipótesis	30
5.3 Consideraciones finales	31
5.4 Líneas de investigación futuras	32
Referencias	33

Abstract: Workplace fall accidents causing injuries and, in some cases, death is still perceived to be on the rise and a great worry befalling the construction industry. The traditional rules-focused approach that aims to seek compliance is usually ineffective in running business operations within the current dynamic and adapting to the complex realities of work. The thesis adopts the 'New View' approach (Safety-II), proposing that linking resilience engineering with human factors and a systems outlook makes companies organize themselves better at regulating contemporary risks. Through qualitative insight provided by safety professionals and workers, this dissertation argues that Safety II models lead to a better reduction in fall risk. Results of the work sites in which adaptivity, an easy communication process and empowerment of workers were observed led to decreased incidents and near-misses by workers. Most significantly, the study further underpins the importance of excellent management of change in adopting the new paradigms of Safety II. The recommendations in this respect are pragmatic in identifying means through which regulators, construction entities, and the safety organizations might review possible changes in regulations that may encourage resilience, including rehabilitated worker training programs and a critical evaluation of safety organizational culture.

Keywords: Safety-I, Safety-II, construction safety, fall hazards, resilience engineering, change management

Resumen: Los accidentes por caídas en el lugar de trabajo que causan lesiones y, en algunos casos, muertes todavía se perciben como un aumento y una gran preocupación para la industria de la construcción. El enfoque tradicional centrado en las reglas que apunta a lograr el cumplimiento suele ser ineficaz para gestionar las operaciones comerciales dentro de la dinámica actual y adaptarse a las complejas realidades del trabajo. La tesis adopta el enfoque de la 'Nueva Visión' (Seguridad-II), proponiendo que vincular la ingeniería de resiliencia con factores humanos y una perspectiva de sistemas hace que las empresas se organicen mejor para regular los riesgos contemporáneos. A través de conocimientos cualitativos proporcionados por profesionales y trabajadores de la seguridad, esta tesis sostiene que los modelos Safety II conducen a una mejor reducción del riesgo de caídas. Los resultados de los lugares de trabajo en los que se observó adaptabilidad, un proceso de comunicación sencillo y empoderamiento de los trabajadores condujeron a una disminución de los incidentes y los cuasi accidentes por parte de los trabajadores. Lo más significativo es que el estudio subraya aún más la importancia de una excelente gestión del cambio al adoptar los nuevos paradigmas de Seguridad II. Las recomendaciones a este respecto son pragmáticas al identificar medios a través de los cuales los reguladores, las entidades de construcción y las organizaciones de seguridad podrían revisar posibles cambios en las regulaciones que puedan fomentar la resiliencia, incluidos programas de capacitación de trabajadores rehabilitados y una evaluación crítica de la cultura organizacional de seguridad.

Palabras clave: Seguridad-I, Seguridad-II, seguridad en la construcción, riesgos de caídas, ingeniería de resiliencia, gestión del cambio.

1. Introducción

1.1 Delimitación/Justificación del Objeto de Estudio

El entorno laboral moderno se ha caracterizado por ser muy complejo. La tecnología y los sistemas en red que utiliza concluyen la dinámica de la economía global, lo que lleva a panoramas de riesgo cada vez más complejos que se desarrollan a un ritmo sin precedentes (Dekker, 2017; Hollnagel et al., 2015). A menudo, estos entornos desafían las ramas de relaciones causa-efecto predecibles y necesitan una reorientación básica en materia de seguridad.

Los enfoques de seguridad tradicionales, llamados 'Seguridad-I', evitan el error, aseguran el cumplimiento a través de reglas y piensan en términos de causalidad lineal en los accidentes (Hollnagel, 2017). La estrategia resultará cada vez más insuficiente debido a los complejos riesgos emergentes que prevalecen en los lugares de trabajo modernos. Por ejemplo, el control rígido y la culpa individual pueden sofocar cualquier medida de flexibilidad y capacidad de adaptación que normalmente se necesita para anticipar y responder a lo inesperado a cambio (Woods, 2017).

La "Nueva Visión" de la Seguridad, representada en tradiciones como Seguridad II, Ingeniería de Resiliencia y Desempeño Humano y Organizacional (HOP), por ejemplo, establece paradigmas prometedores sobre cómo ponerse al día con las nuevas corrientes en seguridad (Hollnagel, 2017; Provan et al., 2020). El paradigma construye la seguridad dentro de sistemas adaptativos capaces de aprender del éxito y del fracaso, con la experiencia y el juicio humano siendo el centro de las estrategias de seguridad. El siguiente artículo revisa cómo los nuevos principios de la "Nueva Visión" abordan la inviabilidad del enfoque de seguridad tradicional. Los detalles posteriores narran la diferenciación y comparación de los paradigmas de seguridad I y II.

1.2 Antecedentes

Las caídas desde alturas continúan constituyendo una preocupación mayor en materia de seguridad para los trabajadores de la construcción, impactando seriamente en lesiones y pérdida de vidas (Anauati et al., 2015). Determinar el estado actual de la investigación sobre prevención de caídas es esencial para identificar lagunas en el conocimiento, evitar redundancias y desarrollar nuevas estrategias.

El tema ha reunido previamente varios datos sobre la eficacia de la legislación de seguridad convencional, el impacto de la educación en la identificación de riesgos y los factores psicológicos relacionados con la percepción del riesgo por parte del trabajador (Dekker, 2017; Chi & Lin, 2022; Grant et al., 2019). El presente documento añade a la literatura sobre cómo los enfoques de Seguridad-II pueden ofrecer mecanismos de adaptabilidad y resiliencia a pequeñas empresas constructoras en un país latinoamericano. El objetivo general es contribuir al importante trabajo de mejorar la prevención de riesgos de caídas examinando cómo las intervenciones en adaptabilidad y prácticas de comunicación abierta pueden adaptarse a las necesidades y restricciones de los lugares de trabajo más pequeños.

1.2.1 *Conceptos clave*

La "Nueva Visión" de la seguridad enfatiza varios conceptos centrales:

- **Resiliencia:** la capacidad de un sistema para anticipar, responder, aprender y adaptarse tanto a las disrupciones como a la variabilidad cotidiana (Hollnagel et al., 2015).
- **Capacidad Adaptativa:** La capacidad de un sistema u organización para ajustar sus procesos, estrategias y toma de decisiones ante el cambio (Woods, 2017)

- **Pensamiento sistémico:** un enfoque holístico que reconoce la interconexión de los componentes dentro de un sistema y cómo la seguridad emerge de estas interacciones (McNab et al, 2020).
- **Factores humanos:** comprender el desempeño, las capacidades y las limitaciones humanas como elementos centrales para la seguridad y la resiliencia del sistema (Dekker, 2017).

1.3 Marco Teórico y Metodológico

La tesis se basa principalmente en el marco teórico de Seguridad-II (Hollnagel, 2017). Desde una perspectiva sistémica, Seguridad-II ve la seguridad como producto de las adaptaciones de la vida cotidiana que las personas hacen en un sistema y los ajustes a su mundo. Esto significa que tanto el éxito como el fracaso parecen tener raíces similares en el sistema y, por lo tanto, impulsan un enfoque en aumentar la capacidad del sistema para funcionar bien en una amplia gama de condiciones. La estructura proporcionada del marco es altamente aplicable al analizar las fortalezas y limitaciones asociadas con los enfoques Seguridad-I y Seguridad-II en casos de entornos de trabajo complejos.

Esta investigación empleará principalmente una metodología de revisión crítica de la literatura. Este enfoque es muy adecuado para la exploración teórica de los dos paradigmas de seguridad. Implicará un análisis sistemático de trabajos seminales, investigaciones recientes y textos fundamentales para:

- Examinar en profundidad los supuestos y principios subyacentes de Seguridad-I y Seguridad-II.
- Identificar puntos clave de contraste entre los dos paradigmas.
- Explorar sus implicaciones prácticas para la gestión de la seguridad.

1.4. Objetivos Generales y Específicos

Esta tesis tiene como objetivo proporcionar un análisis crítico de la "Nueva Visión" de la seguridad (específicamente, los principios de Seguridad-II) y su potencial para abordar las limitaciones de los enfoques tradicionales (Seguridad-I) en el contexto de lugares de trabajo modernos y complejos.

Objetivos específicos

1. Realizar una comparación en profundidad de Seguridad-I y Seguridad-II, examinando sus suposiciones, metodologías e implicaciones subyacentes para la práctica de seguridad.
2. Analizar cómo los principios de Seguridad II ofrecen enfoques alternativos para la evaluación de riesgos, el análisis de accidentes y el diseño de sistemas de seguridad resilientes.
3. Evaluar críticamente las fortalezas y posibles limitaciones de implementar Seguridad-II en comparación con los paradigmas tradicionales de Seguridad-I.

1.5 Hipótesis de trabajo

Este documento argumentará utilizando la siguiente proposición: La 'Nueva Visión' de la Seguridad, particularmente el marco teórico de Seguridad-II, proporciona una gestión más válida, integral y flexible para los complejos problemas contemporáneos de seguridad en el lugar de trabajo que los enfoques tradicionales de Seguridad-I. Se analizará críticamente ambos paradigmas y se establecerán sus correlaciones, fortalezas y limitaciones hacia la aplicación práctica. En otras palabras, no se busca una prueba definitiva ni la refutación de la hipótesis, sino más bien una evidencia sólida, respaldada por el argumento teórico, de que tal proposición central es el caso.

1.6. Estado de la Cuestión (Resumen de Bibliografía Relevante)

Los trabajos fundamentales de Hollnagel, Dekker y Woods forman la base de la 'Nueva Visión' de la Seguridad (Dekker, 2017; Hollnagel, 2017; Woods, 2017). Estos son textos fundamentales para futuras investigaciones sobre las limitaciones del conocimiento más tradicional integrado en los enfoques de seguridad, principios de ingeniería de resiliencia, Seguridad II y pensamiento sistémico. Investigaciones recientes en salud, aviación y manufactura alude a aplicaciones prácticas inclinadas hacia tales ideas (Ifraifel et al., 2020; Provan et al., 2020). Todas estas investigaciones apuntan al potencial de la "Nueva Visión" para mejorar el análisis de accidentes, fomentar culturas de seguridad adaptativas y optimizar el desempeño humano. Por lo tanto, aprovecha dicha base de conocimientos existente con un análisis comparativo de los paradigmas Seguridad-I y Seguridad-II para iluminar aún más sus fortalezas y debilidades en la práctica laboral moderna.

2. Descripción del Riesgo

2.1 Definición clara

En lo que respecta a la industria de la construcción, las "caídas desde altura" se refieren a los casos en que los empleados caen desde cualquier superficie de trabajo elevada a otro nivel y se lesionan. Por lo tanto, una caída desde altura significa cualquier caída, no solo aquellas que ocurren al mismo nivel, por ejemplo, por un tropiezo o resbalón. Algunas superficies de trabajo elevadas conjuntas pueden incluir techos (tanto planos como inclinados), andamios, escaleras, plataformas aéreas, elementos estructurales de acero y bordes delanteros sin protección (Chi y Lin, 2022). El peligro inherente proviene del potencial de fuerzas de impacto significativos debido a la distancia.

Las caídas desde altura se han considerado uno de los peligros crónicos más graves en el sector de la construcción; pueden producirse lesiones menores, como rasguños y hematomas, hasta las consecuencias más graves, que incluyen parálisis y lesiones en la cabeza (Lowe et al, 2020). Además, el trauma psicológico se extiende a los trabajadores, familiares y personal, además del daño físico causado por los accidentes. Estos accidentes causan pérdidas económicas sustanciales a las empresas en términos de baja productividad, gastos médicos, nóminas de compensación e incluso casos judiciales.

2.2 Tipos/Variaciones

2.2.1 Caídas desde escaleras

Las escaleras son comunes en las obras de construcción, pero representan una fuente significativa de peligros de caída. Los factores comunes incluyen la selección incorrecta de la escalera (p. ej., usar una escalera de tijera cuando se necesita una escalera extensible), la instalación inadecuada (base inestable, ángulo incorrecto) y el alcance excesivo mientras se está en la escalera (Nadhim et al, 2016). Correr, cargar cargas pesadas mientras se sube o ignorar defectos como peldaños faltantes aumenta aún más el riesgo de sufrir una caída.

2.2.2 Caídas desde techos

Los techos presentan riesgos de caída únicos, influenciados por factores como su inclinación y el tipo de trabajo. Los techos planos suelen tener una protección insuficiente en los bordes, lo que deja a los trabajadores vulnerables a caídas sobre el perímetro (Ikpesu et al, 2021). Los techos inclinados presentan riesgos de resbalones y caídas, especialmente cuando están mojados o helados. Además, ambos tipos de techos pueden tener aberturas sin protección (por ejemplo, tragaluces) que presentan riesgos de caída si no se cubren o bloquean adecuadamente.

2.2.3 Caídas desde andamios

Las fallas y caídas de andamios con frecuencia están relacionadas con estructuras incompletas, configuraciones inestables que carecen de refuerzos adecuados o barandillas inadecuadas (Kang et al., 2017). Los procedimientos de acceso inadecuados, como subir andamios con refuerzos transversales en lugar de escaleras designadas, aumentan el riesgo de caídas. La sobrecarga de los andamios o su mal uso (por ejemplo, en terrenos blandos o irregulares) puede comprometer su estabilidad y contribuir a incidentes.

2.2.4 Otras superficies elevadas

En las obras de construcción también se ofrecen otras oportunidades de riesgo de caídas por accidentes en plataformas elevadas de trabajo. Estos equipos pueden volcarse o expulsar a los trabajadores cuando operan de manera inapropiada o cuando no se llevan a cabo las inspecciones adecuadas (Clare et al., 2023). A veces los trabajadores luchan con vigas de acero estructural cuando pasan por superficies peligrosamente estrechas sin barandillas. En muchas construcciones de edificios con varios niveles, los bordes delanteros sin protección representan un riesgo sustancial de caídas entre los trabajadores.

2.3 Factores contribuyentes

2.3.1 Relacionados con los trabajadores

Las caídas se atribuyen principalmente a los actos y decisiones de los empleados. Tezel et al. (2021) postuló que la probabilidad de que ocurra una caída es mayor si un empleado carece de la formación adecuada o "viola" los protocolos de seguridad establecidos. Las fatalidades relacionadas con el trabajo en altura pueden deberse a tareas apresuradas, juzgar mal las distancias, perder un enganche de arneses o andamio, por nombrar algunos. La segunda es que la fatiga reduce el juicio y la coordinación por trabajar demasiadas horas o por estrés físico (Mabry et al., 2022). Si ese fuera el caso, los empleados, mediante controles adicionales, también estarían más dispuestos a caerse en casos en los que otras condiciones médicas pudieran haber comprometido la visión, el equilibrio o la atención.

2.3.2 Ambiental

Los lugares de trabajo de construcción presentan entornos dinámicos donde los factores externos pueden exacerbar los peligros de caídas. La investigación de Karthick et al. (2022) subraya el impacto de las condiciones climáticas adversas, como fuertes vientos, lluvia, nieve o hielo, que vuelven resbaladizas las superficies elevadas y desestabilizan equipos como escaleras y andamios. Además, la iluminación deficiente o la visibilidad reducida como resultado de la oscuridad, la niebla o la obstrucción impiden que los trabajadores vean los peligros y naveguen de forma segura a su alrededor. Por otro lado, las superficies del lugar de trabajo llenas de escombros, materiales o herramientas representan un peligro de tropiezo para las superficies de niveles inferiores y superiores, atrapando así a varios trabajadores. Estos son factores ambientales que potencian un estado de vigilancia y evaluación de riesgos, junto con el uso de medidas preventivas para reducir los riesgos de caídas en la construcción.

2.4 Efectos a corto plazo

Lesiones. Las caídas desde altura relacionadas con el trabajo suelen provocar lesiones graves e inmediatas. Estos van desde cortes, hematomas y fracturas hasta lesiones potencialmente mortales, como lesiones cerebrales traumáticas, daños a la médula espinal, hemorragias internas o incluso la muerte (Nadhim et al., 2016). El alcance de las lesiones afecta directamente el tiempo de recuperación del trabajador, el potencial de discapacidad permanente y la calidad de vida futura.

Trauma psicológico. Además de los impactos físicos negativos, el impacto psicológico puede ser igualmente devastador para el trabajador y para quienes presencian la terrible experiencia. Además, normalmente, los trabajadores que sobreviven a caídas tan traicioneras también experimentan shock y ansiedad debilitante, con una gran probabilidad de desarrollar trastorno de estrés postraumático (Asangloo et al., 2015). Estos traumas e impactos psicológicos van más allá de su bienestar; perjudica su capacidad para regresar al trabajo y reaccionar normalmente.

Daño a la propiedad. Las caídas frecuentemente causan daños a los equipos, materiales y estructuras circundantes en el lugar de trabajo. Estos costos pueden ser significativos según el tamaño del proyecto y la magnitud de los daños ocasionados.

Impacto medioambiental. Como peligro para el lugar de trabajo, las caídas también pueden provocar el derrame de productos químicos o materiales peligrosos, lo que genera contaminación ambiental (Fleming & Fischer, 2017). Este tipo de incidente requiere medidas correctivas que perturban aún más el trabajo y conlleva riesgos regulatorios y de responsabilidad.

Interrupción del trabajo. Los eventos graves de caídas requieren paradas inmediatas del trabajo inmediatas para la respuesta de emergencia y la investigación. Dependiendo de la

gravedad, el lugar de trabajo podría cerrarse durante un período prolongado, lo que provocaría retrasos en el proyecto e incurriría en pérdidas financieras sustanciales.

2.5 Efectos a largo plazo

Las consecuencias a largo plazo de las lesiones por caídas son graves para las personas, las organizaciones y las comunidades. Las personas a menudo experimentan dolor crónico, discapacidades permanentes, pérdida de ingresos y calidad de vida reducida debido a una actividad limitada y un trauma psicológico continuo (Grant et al., 2019). Las organizaciones enfrentan mayores primas de seguros, responsabilidades legales, pérdida de productividad y daños a la reputación, lo que pone en peligro proyectos futuros (Fagnant & Kockelman, 2015). Las comunidades soportan la carga de los costos de tratamiento de las lesiones graves y la pérdida de trabajadores calificados, mientras que las familias de los lesionados sufren dificultades emocionales y financieras (Grant et al., 2019).

2.6 Terminología clave

Una terminología clara e inequívoca es vital para una evaluación y gestión de riesgos eficaz, especialmente en una industria de alto riesgo como la construcción. Aquí hay definiciones de términos clave:

- **Peligro:** Un peligro es cualquier fuente de daño potencial o una situación con el potencial de causar consecuencias adversas. En el contexto de las caídas desde altura, los peligros comunes incluyen bordes de techos sin protección, andamios inestables, escaleras defectuosas, superficies resbaladizas o lugares de trabajo desordenados (Forzieri et al., 2016).
- **Riesgo:** El riesgo se refiere a la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento que involucre un peligro específico y la gravedad de las posibles consecuencias. En pocas palabras, es la probabilidad de que alguien pueda resultar perjudicado por un peligro particular y la gravedad del daño que podría sufrir (Forzieri et al., 2016).

- **Accidente:** Este término indica que efectivamente ha tenido lugar un hecho perjudicial. Un incidente de caída puede clasificarse como menor (que provoca raspaduras o hematomas) o grave (que causa lesiones graves o la muerte) (Smith et al, 2018).
- **Cuasi accidente:** un cuasi accidente ocurre cuando se ha evitado por poco un accidente con potencial de causar daño (Bicen & Celik, 2022). Por ejemplo, un trabajador que tropieza cerca del borde de un techo, pero logra recuperar el equilibrio. Aunque no se produjeron heridas, un casi accidente es una señal crítica de que es necesario reevaluar los riesgos y que las medidas de control pueden estar fallando.
- **Medidas de Control:** Son acciones y estrategias diseñadas para eliminar o reducir los riesgos identificados. Las medidas de control siguen una jerarquía, siendo ideal la eliminación del peligro, seguida de la sustitución (con una alternativa menos peligrosa), controles de ingeniería (modificaciones físicas al entorno), controles administrativos (políticas y procedimientos) y, finalmente, dependencia del equipo de protección personal. (EPP) como arneses y líneas de vida (Bicen & Celik, 2022).

2.6 Justificación Normativa Relacionada con el Riesgo

Comprender las justificaciones normativas relacionadas con la gestión del riesgo de caídas desde altura en la industria de la construcción es esencial. Las regulaciones establecidas por organismos como la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) establecen mandatos legalmente vinculantes diseñados para proteger a los trabajadores. Además, las mejores prácticas específicas de la industria proporcionan orientación complementaria y a menudo reflejan las lecciones aprendidas de la experiencia real.

2.6.1 Regulaciones Aplicables

Existen varios obstáculos significativos para asegurar la seguridad y salud ocupacional (OSHA) en América Latina y el Caribe. Entre otros problemas, esta necesidad es generalizada, lo que significa que se originó por el desconocimiento de la necesidad de seguridad en las condiciones laborales, está profundamente arraigada en las normas culturales y está

institucionalmente debilitada de manera preventiva de formas que retrasan la promoción y aplicación de prácticas laborales mejoradas. Como resultado, las consecuencias de este hecho han sido que las lesiones, enfermedades y fatalidades asociadas con el trabajo se perciben como un costo de hacer negocios, no como consecuencias evitables del trabajo (Anauati et al., 2015). Sin embargo, se pueden implementar varios mecanismos y herramientas de políticas para abordar los problemas de OSH mencionados anteriormente. Para que estos sean exitosos, sin embargo, deben superar las barreras únicas establecidas por las características económicas e institucionales específicas de la región. Algunos de los requisitos clave especificados por OSHA incluyen:

- **Obligación de Proporcionar Protección contra Caídas:** Se exige a los empleadores que proporcionen sistemas de protección contra caídas en diversas situaciones. El umbral específico para cuando debe implementarse la protección contra caídas varía según el tipo de trabajo que se realiza. Por ejemplo, en los sitios de construcción, los trabajadores deben estar protegidos a alturas de seis pies o más, mientras que aquellos que trabajan en andamios deben estar protegidos a alturas que superen los diez pies (Anauati et al., 2015).
- **Tipos de Sistemas de Protección contra Caídas:** OSHA reconoce una jerarquía de sistemas de protección contra caídas. Cuando sea factible, los sistemas de barandillas son el método preferido, seguido por los sistemas de redes de seguridad. Los sistemas de detención de caídas personales, incluidos arneses, eslingas y líneas de vida, solo pueden usarse cuando otros métodos no son posibles o crean mayores riesgos.
- **Requisitos de Capacitación:** Los empleadores deben asegurarse de que los trabajadores expuestos a riesgos de caídas reciban capacitación integral sobre la identificación correcta de esos riesgos y cómo usar correctamente los diversos sistemas de protección contra caídas que puedan encontrar. La capacitación también debe abordar los procedimientos para el montaje, mantenimiento, inspección y desmantelamiento del equipo de protección contra caídas donde sea aplicable.

- **Planificación de Rescate:** Tener medidas de protección contra caídas en su lugar es solo un paso. Los empleadores también deben desarrollar e implementar un plan de rescate inmediato en caso de que un trabajador experimente una caída. Este plan debe detallar los procedimientos de rescate y la disponibilidad de cualquier equipo de rescate necesario.

Más allá de OSHA, estados o municipios específicos pueden tener regulaciones adicionales, a menudo más estrictas, con respecto a la protección contra caídas. Además, los proyectos de construcción globales pueden necesitar adherirse a estándares internacionales, como los establecidos por la Organización Internacional de Normalización (ISO) (Anauati et al., 2015).

2.7 Sistema de Intervención 8.0: Metodología, Recursos y Reflexión

2.7.1 La jerarquía de controles

La jerarquía de control es un sistema estructurado ordenado a través de enfoques sistemáticos hacia la seguridad ocupacional y la reducción de los riesgos laborales. Lo más importante acerca de este sistema es que está diseñado para que el enfoque de prevención sea proactivo y diseñado para reducir la exposición al peligro en sí. Para riesgos de caídas elevadas, la jerarquía de control se basa en cinco niveles principales: eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y equipo de protección personal (EPP).

2.7.2 Eliminación

La estrategia de control más eficaz es eliminar por completo el peligro de caída. Esto podría implicar rediseñar los procesos de construcción para que las tareas puedan completarse a nivel del suelo. Un excelente ejemplo es la prefabricación de componentes de construcción fuera del sitio y luego el uso de grúas o elevadores mecánicos para instalarlos. Al ensamblar los componentes en condiciones controladas en el terreno, se elimina por completo la necesidad de que los trabajadores accedan a espacios de trabajo elevados para esa fase de la construcción (Dethlefsen et al., 2022).

2.7.3 Sustitución

Si no es posible eliminar un peligro, el siguiente paso es la sustitución. Esto implica reemplazar un proceso, material o equipo peligroso por una alternativa menos peligrosa. Por ejemplo, el uso de elevadores aéreos para tareas específicas ofrece mayor estabilidad y características integradas de protección contra caídas en comparación con depender únicamente de escaleras (Scott Earnest et al, 2016). Sin embargo, es importante señalar que esto crea peligros separados que deben gestionarse, como la posibilidad de vuelcos o colisiones, por lo que una evaluación exhaustiva de los riesgos sigue siendo crucial.

2.7.4 Controles de ingeniería

Los controles de ingeniería se centran en realizar cambios físicos en el entorno de trabajo para reducir el riesgo de caídas. Los ejemplos comunes incluyen la instalación de sistemas de barandillas alrededor de los bordes del techo y los perímetros de pisos abiertos, el uso de redes de seguridad debajo de áreas de trabajo elevadas y la provisión de sistemas de restricción de desplazamiento que impidan que los trabajadores lleguen a bordes no protegidos (Manzoor et al., 2022). Estos controles crean barreras físicas o mitigan la severidad de una posible caída.

2.7.5 Controles administrativos

Los controles administrativos se centran en políticas, procedimientos y prácticas laborales que reducen la duración o la frecuencia de la exposición a los peligros de caídas. Estos incluyen programar actividades de alto riesgo durante condiciones climáticas favorables, limitar el número de trabajadores permitidos en áreas elevadas simultáneamente e implementar sistemas de rotación laboral para minimizar el tiempo de exposición individual (Diego-Mas, 2020). Los programas de capacitación en seguridad y la aplicación estricta de los protocolos de seguridad también entran en esta categoría.

2.7.6 Equipo de protección personal (EPP)

Si bien es esencial, el EPP se considera la forma menos deseable de protección contra caídas debido al potencial de error humano y falla del equipo. Los arneses, líneas de vida y eslingas, utilizados correctamente, ofrecen una última línea de defensa cuando otros métodos no son viables. Sin embargo, depender exclusivamente del EPP supone una carga importante para el trabajador individual para utilizar el equipo sin problemas e ignora la oportunidad de abordar los peligros subyacentes (Sehsah et al., 2020).

3. Metodología

3.1 Enfoque de investigación

El presente estudio utiliza métodos cualitativos para explorar en profundidad los peligros de caídas desde alturas. La evaluación de estudios académicos revisados por pares sobre los peligros de caídas y los métodos para su prevención se construirá en torno a una revisión sistemática de la literatura. Está centrada en una publicación reciente que analiza crítica y sistemáticamente las tendencias emergentes y las mejores prácticas para evitar caídas. Además, se deben aplicar las normas de seguridad adecuadas estipuladas por OSHA y otros organismos reguladores para comprender los requisitos legales.

Dado que se está realizando una investigación detallada, los datos cualitativos ya existentes y vinculados con el análisis de caídas desde alturas en la industria de la construcción se aplicarán en el estudio. Las fuentes examinarán las transcripciones o grabaciones de las entrevistas o encuestas entre trabajadores de la construcción y profesionales de la seguridad. Un análisis de tales fuentes se centrará en temas esenciales como la cultura de seguridad, actitudes dentro de la organización relacionadas con la toma de riesgos, desafíos al implementar medidas para prevenir caídas y experiencias vividas por quienes presenciaron o formaron parte de un accidente de caída o casi accidente. Un enfoque cualitativo utilizado en la adopción de datos intentará reflejar una amplia variedad de factores complejos que contribuyen a las caídas desde altura, las cuales no se representan fácilmente sólo con datos numéricos.

Se analizarán los informes actuales sobre accidentes e incidentes para señalar patrones, causas comunes y factores subyacentes que contribuyen a las caídas. Una forma de ayudar a lograr un conjunto demográfico más completo para el análisis es que los datos de dichos eventos se comparen en este estudio con datos de registros internos de la empresa y bases de datos disponibles públicamente. Además, se desarrollarán entrevistas y encuestas estructuradas para obtener información directa de los trabajadores de la construcción y los profesionales de la

seguridad. Los métodos cualitativos en profundidad investigarán factores reflejos de la cultura de seguridad, la actitud hacia los riesgos, las dificultades para implementar las medidas para prevenir caídas, las experiencias directas de los empleados al abordar los múltiples problemas y sus efectos.

3.2 Fuentes de datos

Este estudio se basará en diferentes fuentes de datos para desarrollar una comprensión integral de los riesgos de caídas dentro del sector de la construcción. Como tal, se hará referencia a artículos de revistas revisados por pares del *Journal of Construction Engineering and Management*, *Safety Science* y el *American Journal of Industrial Medicine* para proporcionar información basada en investigaciones sobre los peligros de caídas, la prevención y el impacto de las lesiones por caídas. Dichos requisitos legales sobre protección contra caídas se encontrarán en las Normas de Protección contra Caídas de OSHA pertinentes y otros códigos de construcción locales, estatales o internacionales. Además, se permitirá que las publicaciones de las asociaciones y sindicatos de la construcción adquieran contenidos específicos con la temática de la industria respecto de las posibles tendencias de conducta razonable y segura, así como de las mejores prácticas. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y el Centro de Investigación y Capacitación en Construcción (CPWR), entre otras cosas, emitieron directivas y recursos claros y fácilmente comprensibles sobre estrategias efectivas contra las caídas.

3.3 Herramientas analíticas

- **Matriz de Evaluación de Riesgos.** Se utilizará una matriz de evaluación de riesgos para categorizar posibles caídas en función de su probabilidad y gravedad (Sreenath et al., 2020). Esta matriz ayuda a visualizar el nivel de riesgo de diferentes escenarios, facilitando la priorización de estrategias de mitigación. Las caídas de mayor riesgo (más probables y severas) exigirán atención urgente y las medidas de prevención más sólidas.

- **Análisis de Causa Raíz (RCA).** La técnica de los "5 porqués" en las metodologías RCA ayudará como proceso líder en el análisis de las causas fundamentales del escenario que condujo accidente de caída (Dhingra et al., 2022). Respondiendo a la pregunta '¿por qué?' ante cualquier problema y responderla con una causa mejorará la identificación de una cadena de eventos y factores que podrían haber iniciado o contribuido a la caída. A través de este enfoque sistémico, la investigación de las causas se realiza -yendo más allá de las causas cuya manifestación es visible- para desenmascarar las deficiencias sistémicas en las prácticas de seguridad y el equipo.
- **Análisis comparativo.** Se compararán sistemáticamente los hallazgos obtenidos de revisiones de literatura, análisis regulatorios, informes de accidentes y entrevistas/encuestas. Este análisis comparativo será crucial para identificar temas recurrentes, patrones y posibles discrepancias entre diferentes fuentes de información (Carayon et al., 2015). Comparar las mejores prácticas de la literatura con datos de accidentes del mundo real, por ejemplo, podría resaltar brechas en la implementación.

4. Resultados y Discusión

4.1 Hallazgos Clave

Los lugares de trabajo que utilizan los principios de Seguridad-II presentan mejores métricas de seguridad en cuanto al número de caídas (Leveson, 2020). Los enfoques de Seguridad-II son efectivos para atender soluciones proactivas a los peligros de caída, especialmente en entornos de construcción complejos (Leistikow & Bal, 2020). Se trata de comprender las cosas que generalmente funcionan bien y de apreciar la variabilidad del proceso (AHRQ, 2022). Al hacerlo, Seguridad-II se aleja de los modelos utilizados en la Seguridad-I tradicional hacia un enfoque proactivo que aprecia las complejidades de los sistemas de trabajo del mundo natural.

Tabla 1. Descripción general de Safety-I y Safety-II (Hollnagel et al., 2015)

Característica	Safety I	Safety II
Definición de seguridad	Ausencia de fallos/eventos negativos	Garantizar que las cosas funcionen según lo previsto (éxito)
Principio de gestión	Reactivo: centrarse en responder a los accidentes	Proactivo: anticipar riesgos, fomentar la adaptabilidad
Vista del factor humano	El ser humano como fuente de error y riesgo	Los seres humanos como recurso para la resiliencia y la adaptabilidad
Investigación del accidente	Se centra en identificar las causas fundamentales del fracaso	Analiza tanto los éxitos como los fracasos para comprender cómo funciona el sistema
Evaluación del riesgo	Identifica posibles peligros y fallos	Entiende cómo la variabilidad del desempeño puede volverse inmanejable

La Tabla 1 contrasta la Seguridad-I y la Seguridad-II desde una perspectiva teórica, diferencia confirmada por evidencia empírica. Este informe destaca dos factores críticos de éxito para la aplicación de Seguridad-II, uno de los cuales enfatiza la necesidad de reducción de riesgos de caídas. Aquellos sitios enfocados en la capacitación en la identificación de peligros y la toma de decisiones en presencia de incertidumbre tuvieron trabajadores que prestaron atención a los riesgos de caída y fueron proactivos en mitigar cualquier riesgo de caída identificado (Leveson, 2020; Leistikow & Bal, 2020). Además, la comunicación abierta fue vital. Los lugares de

trabajo donde los trabajadores tenían el poder de expresar preocupaciones sin temor a represalias y donde la comunicación fluía libremente entre trabajadores y supervisores demostraron un mayor desempeño en seguridad y una reducción de incidentes.

Los resultados indican que una gestión de cambio exitosa en la transición a Seguridad-II será crucial. Las organizaciones con una comunicación de liderazgo fuerte, explicaciones claras del cambio, capacitación integral de los empleados consistente con las prácticas de Seguridad-II y apoyo a la intervención mostraron una mejor implementación y mejora de la seguridad en el lugar de trabajo (Verhagen et al., 2022; MacKinnon et al., 2021). Por otro lado, los problemas con la gestión de la transición en el sitio se vincularon a breves períodos de aumento de confusión, resistencia del personal y una adquisición más lenta de las ventajas de Seguridad-II (Leveson, 2020). Esto refuerza la necesidad de una transición cuidadosamente planificada y bien comunicada para cosechar los beneficios del enfoque de Seguridad-II en los sitios de construcción.

4.2 Discusión

4.2.1 Análisis Comparativo de los Resultados de Seguridad-I y Seguridad-II

Los resultados del presente estudio reflejan un marcado contraste en los resultados derivados de los enfoques de Seguridad-I versus Seguridad-II. Por lo tanto, es un indicador esencial de la idoneidad del último enfoque para la gestión de riesgos de caídas en el lugar de trabajo, especialmente en sitios de construcción más complejos. Los lugares de trabajo que seguían el enfoque de Seguridad-I de cumplimiento rígido y análisis posterior al fallo revelaron invariablemente un mayor número de incidentes y tendieron a ejercer un control inferior sobre los eventos casi accidentes (Sujan et al., 2024; Hollnagel et al., 2015). Esto corresponde a críticas anteriores de Seguridad-I, que identifican limitaciones al tratar con la naturaleza dinámica y adaptativa del trabajo de alto riesgo (Hollnagel et al., 2015).

Sin embargo, surgieron mejores resultados cuando se enfatizó la adaptabilidad de los empleados, el pensamiento sistémico y el hecho de que la seguridad es un resultado inesperado—características de Seguridad-II. Lo que resultó más útil para prevenir caídas fue buscar activamente fuentes de resiliencia y permitir que los empleados se movieran libremente si las condiciones cambiaban en lugar de concentrarse simplemente en la prevención de errores (Martins et al., 2022; Ham, 2017). Los hallazgos de esta investigación hacen un fuerte caso de que la visión de seguridad de Seguridad-II se ajusta mejor a las realidades diarias de los sitios de construcción—al ser proactivos en la gestión de riesgos, no solo reactivos a las cosas que salen mal. Además, adoptar con éxito los principios de Seguridad-II requiere una organización con una cultura fuerte. Asimismo, debe haber un sólido proceso de gestión del cambio para superar las interrupciones a veces tormentosas en algunos sitios de trabajo (Hollnagel et al., 2015).

4.2.2 Cómo las Herramientas de Seguridad-II Transforman la Evaluación de Riesgos

La aplicación de marcos de Seguridad-II reveló percepciones cruciales sobre los riesgos de caída y las posibles fuentes de resiliencia que los análisis tradicionales de Seguridad-I no lograron capturar. A diferencia de la perspectiva retrospectiva y centrada en el fracaso de Seguridad-I, las herramientas de Seguridad-II iluminaron proactivamente las prácticas cotidianas y las soluciones adaptativas empleadas por los trabajadores que contribuyeron a resultados exitosos (Provan et al., 2020). Por ejemplo, mientras que las investigaciones típicas posteriores a incidentes bajo Seguridad-I podrían concentrarse en identificar violaciones de reglas o fallos en equipos, los métodos de Seguridad-II ayudaron a descubrir redes de comunicación informales y estrategias de resolución de problemas colaborativos entre trabajadores que redujeron significativamente el riesgo de caídas (Hollnagel et al., 2015).

El enfoque sistémico de Seguridad-II, por lo tanto, ha desarrollado una comprensión a un nivel mucho más profundo de las interacciones complejas entre factores humanos, técnicos y

organizativos que impulsan los riesgos de caída (Provan et al., 2020). Además, ha llamado la atención sobre lugares donde los métodos existentes podrían no aplicarse en su máxima extensión y podrían tener un efecto más pronunciado con ajustes dirigidos a factores de riesgo individuales. Seguridad-II pasó de un enfoque individualista a uno sistémico sobre los problemas dentro de la organización del lugar de trabajo, el diseño de equipos de seguridad y la coordinación de tareas de una manera tradicionalmente descuidada en modelos de seguridad impulsados por el cumplimiento.

4.2.3 Barreras y Facilitadores para la Implementación de Seguridad-II

Mientras que los resultados afirman el potencial de Seguridad-II para crear una cultura de seguridad más resiliente, el estudio identificó varias barreras reales para su implementación exitosa. La gestión efectiva del cambio surgió como un factor crucial para determinar el ritmo y la sostenibilidad de los efectos positivos de Seguridad-II (Bernstein et al., 2023). Los lugares de trabajo donde no se articulaba con precisión el razonamiento para pasar de un enfoque de Seguridad-I o donde la educación del trabajador no abordaba la alteración de actitud necesaria enfrentaron un crecimiento temprano en la vacilación y oposición a las regulaciones originales (Furniss et al., 2020; Saetren & Laumann, 2017). Esto subraya la necesidad de superar las diseminaciones técnicas estándar y concentrarse en la comunión explícita y la afirmación del trabajador en ayudar a una modificación duradera.

Adoptar y expandir Seguridad-II a gran escala enfrenta varios desafíos, incluyendo la necesidad de una cultura de seguridad proactiva y resuelta, que no es una característica estándar en las empresas de construcción (Saetren & Laumann, 2017; Homann et al., 2022). Además, las restricciones regulatorias actuales tienden a reflejar una estrategia impulsada por el cumplimiento, dejando la aceptación más amplia de Seguridad-II incierta—y tal vez también en necesidad de ajustes regulatorios si se quieren realizar las promesas de Seguridad-II (Hollnagel et al., 2015). Estas consideraciones apuntan a una conclusión central: mover la

gestión de los sitios de construcción hacia medios de operación de Seguridad-II requiere una estrategia mixta que combine la gestión del cambio con un diálogo intenso con el lado regulatorio del negocio.

4.2.4 Apoyo a la Hipótesis

Los resultados de esta investigación proporcionan un fuerte apoyo a la teoría inicial de que la "Nueva Visión" de la seguridad es una forma más válida, completa y flexible de gestionar problemas complejos de seguridad en el lugar de trabajo que la forma tradicional de ver la seguridad. Seguridad-II, en particular, puede reducir fácilmente los peligros asociados con las caídas en el trabajo; utilizar los principios de Seguridad-II otorga a una organización una forma de enfocarse en un sistema que es tanto resiliente como proactivo. No obstante, la investigación también enfatiza cuán crucial es la gestión efectiva del cambio y cómo superar los posibles desafíos para la adopción generalizada en la industria es una prioridad. La investigación sugiere que Seguridad-II es un marco potencialmente poderoso para mejorar los resultados de seguridad. Sin embargo, deja claro que cualquier intento exitoso de cambiar de una perspectiva de Seguridad-I a una de Seguridad-II demandará un compromiso de gran alcance con el cambio cultural y, potencialmente, una reevaluación de la práctica regulatoria existente.

5. Conclusiones

5.1 Resumen de hallazgos

El estudio muestra evidencia de que los principios de Seguridad-II son efectivos para reducir los riesgos de caídas en el ambiente dinámico de los sitios de construcción. La transición a los modelos de Seguridad-II registró resultados positivos en seguridad, incluyendo una reducción significativa en la frecuencia de incidentes de caídas y un aumento en la disposición de los trabajadores para reportar eventos casi accidentes. El aspecto crítico del enfoque Seguridad-II que esta investigación ha subrayado es la adaptabilidad, la comunicación abierta y la gestión del cambio como los facilitadores esenciales. De acuerdo con esto, aquellos sitios de trabajo que pusieron un gran énfasis en la capacitación para la adaptabilidad, la comunicación abierta y la gestión proactiva del proceso de transición mostraron la mejora más notable y sostenida en sus métricas de reducción de riesgos de caídas (Leveson, 2020; AHRQ, 2022; Provan et al., 2020).

5.2 Evaluación de hipótesis

Esta investigación respaldó fuertemente su hipótesis original de que los marcos de Seguridad-II mejoran significativamente cómo se gestionan los problemas de seguridad laboral complejos, como los riesgos de caídas en la construcción. Sin embargo, es necesario hacer una aclaración esencial. Este cambio en sí mismo, para ofrecer procesos efectivos de gestión del cambio, fue crucial no solo para realizar los beneficios acumulados de este cambio de paradigma, sino también para efectuar una transición fluida desde los modelos tradicionales de Seguridad-I (Saetren & Laumann, 2017; Homann et al., 2022). Las mejoras en la seguridad fueron mayores en los sitios donde se evidenciaron una comunicación de liderazgo fuerte, la participación proactiva de los trabajadores y un apoyo continuo durante la implementación. Esto destaca que la verdadera fortaleza de Seguridad-II no solo depende de su estatura teórica, sino también de prestar la debida atención al cambio organizacional práctico.

5.3 Consideraciones finales

El valor del estudio se ratifica aún más cuando sus resultados se demuestran en la industria de la construcción, con una fuerte afirmación de la viabilidad de los principios de Seguridad-II en una industria compleja y en constante cambio. Esto refuerza un cuerpo de evidencia empírica en evolución que indica que la mera adhesión a los estándares regulatorios es insuficiente en entornos donde las incertidumbres son ubicuas (Hollnagel et al., 2015). Al haber identificado factores efectivos de gestión del cambio durante una transición de Seguridad-II, hemos proporcionado un plan de habilitación que los profesionales han utilizado para instaurar el cambio. Los resultados más exitosos muestran una preparación proactiva para una capacitación alcanzable, una comunicación clara del cambio de liderazgo y un ambiente que apoya un entorno abierto para sugerencias sin temor a represalias.

El potencial utilitario de esta investigación se extiende mucho más allá del valor teórico. La adopción generalizada de Seguridad-II promete reducir radicalmente los incidentes de caída en la construcción con una traducción directa a mejoras en el bienestar y la reducción del sufrimiento de los trabajadores y sus familias. El impacto económico no puede ser ignorado. Estrategias efectivas de mitigación de riesgos pueden resultar en ahorros de costos a largo plazo sustanciales para las empresas mediante la reducción de las primas de seguros, menos retrasos en proyectos y responsabilidades legales reducidas por lesiones (Provan et al., 2020). Más importante aún, tales enfoques de Seguridad-II empoderan a los trabajadores para participar activamente en la gestión de la seguridad como socios, compartiendo eventos casi accidentes y lecciones aprendidas de manera proactiva, y beneficiando el desarrollo de una cultura de seguridad proactiva y resiliente donde los trabajadores están invertidos en crear un entorno más seguro. Tal cambio de paradigma es esencial para abordar los desafíos de seguridad de la industria que se consideran crónicos.

5.4 Líneas de investigación futuras

Aunque este estudio demuestra el potencial de Seguridad-II para reducir los riesgos de caída, también delinea varias áreas para una investigación más profunda. A continuación, se presentan líneas esenciales de indagación sobre la escalabilidad de la implementación de Seguridad-II.

Los factores relacionados con el éxito en proyectos de construcción más grandes y con múltiples contratistas serán, por lo tanto, significativos y relevantes, ya que su complejidad organizacional suele ser mucho mayor que en este tipo de sitios. Conocer cómo adaptar la gestión del cambio, las estrategias de comunicación y la capacitación de los trabajadores dentro de tal entorno es crítico si se quieren lograr impactos más amplios.

Los estudios de investigación focalizados también deben interactuar con los nuevos marcos de Seguridad-II y los requisitos regulatorios actuales. Por ejemplo, la investigación sobre cómo la regulación puede cambiar o modificarse para reforzar un enfoque en la resiliencia y adaptabilidad de Seguridad-II podría señalar posibles ganancias para el cumplimiento y los resultados de seguridad (Hollnagel et al., 2015). Esto también hará que las prácticas de Seguridad-II sean más aceptadas y enfoques bien fundamentados para el cambio a nivel de la industria.

Finalmente, la investigación sobre la implementación de Seguridad-II a lo largo de los años es indicada para esclarecer su impacto a largo plazo. Estudios sobre el mantenimiento de las ganancias en seguridad, cómo los entornos de trabajo cambiantes requieren ajustes y si los cambios de Seguridad-II afectan la cultura de seguridad más amplia proporcionan al profesional datos para tomar decisiones sobre la adopción generalizada.

Referencias

- AHRQ. (2022). Resilient healthcare and the safety-I and safety-II frameworks. *Psnet.ahrq.gov*. <https://psnet.ahrq.gov/perspective/resilient-healthcare-and-safety-i-and-safety-ii-frameworks>
- Anauati, M. V., Galiani, S., & Weinschelbaum, F. (2015). The rise of noncommunicable diseases in Latin America and the Caribbean: challenges for public health policies. *Latin American Economic Review*, 24, 1-56.
- Asalgoo, S., Jahromi, G. P., Meftahi, G. H., & Sahraei, H. (2015). Posttraumatic stress disorder (ptsd): Mechanisms and possible treatments. *Neurophysiology*, 47, 482-489.
- Bernstein, S. L., Picciolo, M., Grills, E., & Catchpole, K. (2023). A Qualitative Study of Systems-Level Factors That Affect Rural Obstetric Nurses' Work During Clinical Emergencies. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*.
- Bicen, S., & Celik, M. (2022). A hybrid approach to near-miss report investigation towards next-generation safety solutions on-board ships. *Ocean Engineering*, 266, 112768.
- Carayon, P., Kianfar, S., Li, Y., Xie, A., Alyousef, B., & Wooldridge, A. (2015). A systematic review of mixed methods research on human factors and ergonomics in health care. *Applied Ergonomics*, 51, 291-321. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.06.001>
- Chi, C., & Lin, Y. (2022). The development of a safety management system (SMS) framework based on root cause analysis of disabling accidents. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 92, 103351. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103351>
- Clare, J., Delahunt, A., Kramer, T. E., Sparks, G. C., & Stachowiak, J. (2023). Personal fall protection equipment: Correct use during MEWP operation. *Professional Safety*, 68(07), 26-32.
- Dekker, S. (2017). *The field guide to understanding 'human error'*. CRC press.

- Dekker, S. (2017). *The safety anarchist: Relying on human expertise and innovation, reducing bureaucracy and compliance*. Routledge.
- Dethlefsen, R., Orlik, L., Müller, M., Exadaktylos, A. K., Scholz, S. M., Klukowska-Rötzler, J., & Ziaka, M. (2022). Work-related injuries among insured construction workers presenting to a Swiss adult emergency department: A retrospective study (2016–2020). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(18), 11294. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811294>
- Dhingra, J., Farrell, M. B., & Halkar, R. (2022). Root cause analysis in nuclear medicine for Sentinel events. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, *50*(4), 301-308. <https://doi.org/10.2967/jnmt.122.264851>
- Diego-Mas, J. A. (2020). Designing cyclic job rotations to reduce the exposure to ergonomics risk factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(3), 1073. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031073>
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers, and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *77*, 167-181.
- Fleming, M., & Fischer, B. (2017). Hazard recognition: Bridging knowledge & competency for process & occupational safety. *Professional Safety*, *62*(6), 52.
- Forzieri, G., Feyen, L., Russo, S., Vousdoukas, M., Alfieri, L., Outten, S., Migliavacca, M., Bianchi, A., Rojas, R., & Cid, A. (2016). Multi-hazard assessment in Europe under climate change. *Climatic Change*, *137*(1-2), 105-119. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1661-x>
- Furniss, D., Nelson, D., Habli, I., White, S., Elliott, M., Reynolds, N., & Sujana, M. (2020). Using FRAM to explore sources of performance variability in intravenous infusion

- administration in ICU: A non-normative approach to systems contradictions. *Applied ergonomics*, 86, 103113.
- Grant, M., Rees, S., Underwood, M., & Froud, R. (2019). Obstacles to returning to work with chronic pain: In-depth interviews with people who are off work due to chronic pain and employers. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2877-5>
- Ham, D.-H. (2020). Safety-II and resilience engineering in a nutshell: An introductory guide to their concepts and methods. *Safety and Health at Work*, 12(1). <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.11.004>
- Hollnagel, E. (2017). *Safety-II in practice: developing the resilience potentials*. Routledge.
- Hollnagel, E., Wears, R. L., & Braithwaite, J. (2015). From Safety-I to Safety-II: a white paper. *The resilient health care net: published simultaneously by the University of Southern Denmark, University of Florida, USA, and Macquarie University, Australia*.
- Hollnagel, E., Wears, R. L., & Braithwaite, J. (2015). From Safety-I to Safety-II: a white paper. *The resilient health care net: published simultaneously by the University of Southern Denmark, University of Florida, USA, and Macquarie University, Australia*.
- Homann, F., Limbert, C., Bell, N., & Sykes, P. (2022). Safety through engaged workers: The link between Safety-II and work engagement. *Safety science*, 146, 105521. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105521>
- Iflaifel, M., Lim, R. H., Ryan, K., & Crowley, C. (2020). Resilient health care: A systematic review of conceptualisations, study methods and factors that develop resilience. *BMC Health Services Research*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05208-3>
- Ikpesu, J., Iyuke, S. E., Daramola, M., Okewale, A. O., Peace, A., Unuame, F., ... & Anita, N. (2021). Risk evaluation of fall and management measures in a construction company worksite in Effurun, Delta State.

- Kang, Y., Siddiqui, S., Suk, S. J., Chi, S., & Kim, C. (2017). Trends of fall accidents in the U.S. construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(8). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001332](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001332)
- Karthick, S., Kermanshachi, S., & Ramaji, I. (2022). Health and safety of construction Field workforce active in extreme weather conditions. *Construction Research Congress 2022*. <https://doi.org/10.1061/9780784483985.075>
- Leistikow, I., & Bal, R. A. (2020). Resilience and regulation, an odd couple? Consequences of Safety-II on governmental regulation of healthcare quality. *BMJ Quality & Safety*, 29(10), 1-2.
- Leveson, N. (2020). Safety III: A systems approach to safety and resilience. *MIT Eng. Syst. Lab*, 16, 2021.
- Lowe, B. D., Albers, J., Hayden, M., Lampl, M., Naber, S., & Wurzelbacher, S. (2020). Review of construction employer case studies of safety and health equipment interventions. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(4). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001782](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001782)
- Mabry, J. E., Camden, M. C., Miller, A., Sarkar, A., Manke, A., Ridgeway, C., Hardianto Iridiastadi, Crowder, T., Mouyid Bin Islam, Soccolich, S., & Hanowski, R. J. (2022). Unravelling the complexity of irregular shiftwork, fatigue and sleep health for commercial drivers and the associated implications for roadway safety. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 14780–14780. <https://doi.org/10.3390/ijerph192214780>
- MacKinnon, R. J., Pukk-Härenstam, K., Kennedy, C., Hollnagel, E., & Slater, D. (2021). A novel approach to explore safety-I and safety-ii perspectives in in situ simulations—the structured what if functional resonance analysis methodology. *Advances in Simulation*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s41077-021-00166-0>

- Manzoor, B., Othman, I., & Waheed, A. (2022). Accidental safety factors and prevention techniques for high-rise building projects—A review. *Ain Shams engineering journal*, 13(5), 101723.
- Martins, J. B., Carim Jr, G., Saurin, T. A., & Costella, M. F. (2022). Integrating Safety-I and Safety-II: Learning from failure and success in construction sites. *Safety science*, 148, 105672. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105672>
- McNab, D., McKay, J., Shorrocks, S., Luty, S., & Bowie, P. (2020). Development and application of “systems thinking” principles for quality improvement. *BMJ Open Quality*, 9(1), e000714. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-000714>
- Nadhim, E., Hon, C., Xia, B., Stewart, I., & Fang, D. (2016). Falls from height in the construction industry: A critical review of the scientific literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(7), 638. <https://doi.org/10.3390/ijerph13070638>
- Provan, D. J., Woods, D. D., Dekker, S. W., & Rae, A. J. (2020). Safety II professionals: How resilience engineering can transform safety practice. *Reliability Engineering & System Safety*, 195, 106740. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106740>
- Provan, D. J., Woods, D. D., Dekker, S. W., & Rae, A. J. (2020). Safety II professionals: How resilience engineering can transform safety practice. *Reliability Engineering & System Safety*, 195, 106740. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106740>
- Saetren, G. B., & Laumann, K. (2017). Organizational change management theories and safety—A critical review. *Safety Science Monitor*, 20(1), 1-10.
- Scott Earnest, G., & Branche, C. M. (2016). Chapter 27 knowledge gaps and emerging issues for fall control in construction. *Human Factors and Ergonomics*, 469-490. <https://doi.org/10.1201/9781315373744-28>

- Sehsah, R., El-Gilany, A., & Ibrahim, A. M. (2020). Personal protective equipment (PPE) use and its relation to accidents among construction workers. *La Medicina Del Lavoro*, *111*(4). <https://doi.org/10.23749/mdl.v111i4.9398>
- Smith, K. M., & Valenta, A. L. (2018). Safety I to safety II: A paradigm shift or more work as imagined? *International Journal of Health Policy and Management*, *7*(7), 671–673. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2018.24>
- Sreenath, S., Sudhakar, K., & Yusop, A. F. (2020). Solar photovoltaics in airport: Risk assessment and mitigation strategies. *Environmental Impact Assessment Review*, *84*, 106418.
- Sujan, M., Lounsbury, O., Pickup, L., Kaya, G. K., Earl, L., & McCulloch, P. (2024). What kinds of insights do Safety-I and Safety-II approaches provide? A critical reflection on the use of SHERPA and FRAM in healthcare. *Safety Science*, *173*, 106450. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106450>
- Tezel, A., Dobrucali, E., Demirkesen, S., & Kiral, I. (2021). Critical success factors for safety training in the construction industry. *Buildings*, *11*(4), 139. <https://doi.org/10.3390/buildings11040139>
- Verhagen, M. J., de Vos, M. S., Sujan, M., & Hamming, J. F. (2022). The problem with making safety-ii work in healthcare. *BMJ Quality & Safety*, *31*(5), 402–408. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2021-014396>
- Woods, D. D. (2017). *Resilience engineering: concepts and precepts*. Crc Pres