



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

| **uma.es**

**ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA.**

TESIS DOCTORAL

2022

Autor:

Antonio Francisco Trillo Cabello.

Directores:

Juan Carlos Rubio Romero

Jesús Antonio Carrillo Castrillo

Programa de Doctorado:

Ingeniería Mecatrónica

Escuela de Ingenierías Industriales

Departamento de Economía y Administración de Empresas


UNIVERSIDAD DE MÁLAGA





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AUTOR: Antonio Francisco Trillo Cabello

 <https://orcid.org/0000-0003-3013-0781>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es





DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña ANTONIO FRANCISCO TRILLO CABELLO

Estudiante del programa de doctorado MECATRÓNICA de la Universidad de Málaga, autor/a de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada: ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA

Realizada bajo la tutorización de JUAN CARLOS RUBIO ROMERO y dirección de JUAN CARLOS RUBIO ROMERO Y JESÚS ANTONIO CARRILLO CASTRILLO (si tuviera varios directores deberá hacer constar el nombre de todos)

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante a la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a DOS de MARZO de 2022

Fdo.: ANTONIO F. TRILLO CABELLO Doctorando/a	Fdo.: JUAN CARLOS RUBIO ROMERO Tutor/a
Fdo.: JUAN CARLOS RUBIO ROMERO	JESÚS ANTONIO CARRILLO CASTRILLO





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Escuela de Doctorado

Director/es de tesis

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Edificio Pabellón de Gobierno. Campus El Ejido.
29071
Tel.: 952 13 10 28 / 952 13 14 61 / 952 13 71 10
E-mail: doctorado@uma.es



Publicaciones y
Divulgación Científica

AUTOR: Antonio Francisco Trillo Cabello

[Antonio Francisco Trillo-Cabello \(0000-0003-3013-0781\) \(orcid.org\)](https://orcid.org/0000-0003-3013-0781)

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

Reconocimiento - No comercial - Sin Obra Derivada (cc-by-nc-nd):

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización, pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): <https://riuma.uma.es>

umaeditorial

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



INFORME DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS

Juan Carlos Rubio Romero y Jesús Antonio Carrillo Castrillo, profesores de la Universidad de Málaga y la Universidad de Sevilla respectivamente y, como directores de la tesis doctoral presentada por D. Antonio Francisco Trillo Cabello, con el título ***Accidentalidad en obras de construcción. Análisis con enfoque en las fases de obra.***

HACEN CONSTAR

Que el trabajo realizado por el doctorando reúne los requisitos necesarios de interés académico, rigor científico, coherencia estructural, documentación pertinente y exposición clara y ordenada, de manera que puede procederse a su defensa ante la Comisión legalmente nombrada a tal efecto.

Málaga, 27 de enero de 2022

DIRECTORES DE LA TESIS

umaeditorial 

Fdo.: Juan Carlos Rubio Romero Fdo.: Jesús Antonio Carrillo Castrillo

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



AGRADECIMIENTOS

Gracias a la vida por todo lo que me ha dado.

Gracias a mis padres, Paco y Aurora, a mi hermano Mario, a mi esposa María Trinidad y a mis hijas Trinidad y Aurora. Lo más importante de lo tanto que me ha dado la vida.

Al resto de mi familia, familia en mayúsculas, siempre cerca y siempre ayudando.

A Juan Carlos Rubio, amigo y pilar fundamental en este trabajo.

A Jesús Antonio Carrillo, certero e irremplazable compañero.

A María Martínez, esto ha sido solo el principio.

A Verónica de Miguel, por su ánimo y su cooperación con los datos.

A Carlos Romero, Daniel López, Juan Jesús Farfán, Juan José Ortega y Rafael Gutiérrez. Todos han contribuido con algún botón de los que forman esta prenda.

A todas y cada una del resto de personas amigas que siempre están ahí y nunca me han dejado de apoyar.

ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ANTONIO FRANCISCO TRILLO CABELLO

X



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
Programa de Doctorado: Ingeniería Mecatrónica

Tesis doctoral

Accidentalidad en obras de construcción. Análisis con enfoque
en las fases de obra.

AUTOR

Antonio Francisco Trillo Cabello.

DIRECTORES

Juan Carlos Rubio Romero

Jesús Antonio Carrillo Castrillo

Universidad de Málaga, 2022

umaeditorial

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CONTENIDO

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CONTENIDO

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	7
INFORMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LAS PUBLICACIONES.....	11
APORTACIONES DEL DOCTORANDO A LAS PUBLICACIONES	17
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	23
1.1 PRELIMINARES.....	23
1.2 LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO. ACCIDENTES LABORALES.....	26
1.3 LA NOTIFICACIÓN Y REGISTRO DE ACCIDENTES DE T ABAJO	30
1.4 LA TEORÍA DE LA CAUSALIDAD	34
1.5 LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES COMO TÉCNICA PREVENTIVA	37
1.6 LAS SINGULARIDADES DE LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN	40
1.7 LA REDUCCIÓN DE LA SINIESTRALIDAD LABORAL EN LA CONSTRUCCIÓN	50
1.8 LA MOTIVACIÓN	54
1.9 EL ESTADO DE LA CUESTIÓN	56
CAPÍTULO 2. DISEÑO METODOLÓGICO y ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	105
2.1 DISEÑO METODOLÓGICO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	105
2.2 LAS ETAPAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	106
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	111
CAPÍTULO 4. RESULTADOS PRINCIPALES Y DISCUSIÓN.....	115
4.1 ACCIDENTES DE CONSTRUCCIÓN: IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ASOCIACIONES ENTRE CAUSAS, MECANISMOS Y ETAPAS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.....	115
4.2 PERCEPCIÓN DE RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN. EXPLORANDO LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EXPERTOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	118

ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

4.3 ACCIDENTES LABORALES. ANÁLISIS SEGÚN OCUPACIONES DE LAS DIFERENTES FASES CONSTRUCTIVAS UTILIZANDO REGLAS DE ASOCIACIÓN.....	124
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES FINALES.....	133
5.1 CONCLUSIONES.....	133
5.2 LIMITACIONES, APORTACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	138
BIBLIOGRAFÍA.....	143
LEGISLACIÓN.....	177

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



RESUMEN

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



RESUMEN

La industria de la construcción es un sector importante de la economía en todos los países desarrollados y se considera un motor del crecimiento económico. Prácticamente en todos los países de mundo es una de las fuentes de empleo primordiales y brinda oportunidades para los más diversos sectores de la sociedad. Independientemente de su importancia económica, la industria de la construcción se considera peligrosa y son frecuentes los accidentes para las personas que trabajan en ella. Esta Tesis Doctoral genera nuevo conocimiento sobre los accidentes de trabajo en las obras de construcción en España. Desde el punto de vista de áreas de conocimiento, esta tesis se enmarca en el ámbito de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

En esta Tesis Doctoral se ha profundizado en el estudio de la causalidad de los accidentes de trabajo en el sector de la construcción explorando las circunstancias que contribuyen a la siniestralidad en las diferentes fases de la obra, desde la percepción del riesgo de accidente en las actividades constructivas hasta el estudio y análisis de las investigaciones realizadas sobre accidentes ocurridos en obras de construcción.

Concretamente, en un primer trabajo de investigación se analizaron 842 informes oficiales de investigación de accidentes de trabajo emanados de la autoridad competente en Andalucía durante el período 2003-2012. Estos informes identificaban un número total de 2605 causas en los accidentes investigados. Con el análisis de los informes se buscaba identificar las causas de accidentes más frecuentes en el sector de la construcción para asistir a los profesionales de la seguridad laboral en el ejercicio de priorizar acciones preventivas en función de la etapa de construcción.

Fruto de este trabajo es la primera publicación de la investigación, en la que se han identificado asociaciones significativas de los subgrupos de causas con los mecanismos de accidentes y las etapas de construcción, se han obtenido patrones de causalidad generalizados para los accidentes y se han extraído patrones de causalidad diferenciados entre los accidentes leves y los graves y

mortales. También se comprobó que son diferentes los patrones causales para las diferentes fases de la obra de construcción.

En el segundo trabajo de investigación, se estudiaron 2460 evaluaciones de percepción del nivel de riesgo de accidentes realizadas por 82 expertos en Seguridad y Salud en la Construcción. Estas observaciones mostraban la percepción de la probabilidad y consecuencias del riesgo de accidente en treinta actividades de seis etapas de construcción con elevado número de accidentes. Con el estudio se buscaba determinar la incidencia de diversas variables sociodemográficas sobre la percepción del riesgo de accidente y proponer medidas para aumentar la coherencia de las evaluaciones de riesgos.

Este trabajo dio lugar a la segunda publicación, donde se han hallado diferencias entre las evaluaciones de riesgo de accidente en función de algunas de las variables sociodemográficas analizadas para el caso de expertos en seguridad en el sector de la construcción. También se determinó que no existe diferencia significativa entre la percepción de riesgo de hombres y mujeres en el caso de estos especialistas. Las mayores discrepancias se encontraron en las primeras fases de la obra de construcción.

En el tercer trabajo de investigación se evaluaron los datos ofrecidos por los formularios oficiales de notificación de 1.525.865 accidentes laborales en el sector de la construcción ocurridos en España entre 2003 y 2015. Se buscaba extraer conocimiento de datos históricos de accidentes de construcción tratando de identificar factores cruciales y patrones de ocurrencia de accidentes laborales en esta industria, mostrando cómo estos factores y patrones son relevantes en cada fase de la obra de construcción.

Esto condujo al tercer artículo publicado, en el que se han hallado patrones y factores recurrentes con múltiples relaciones en todas las fases de la obra. El factor de subcontratación se ha revelado como destacado y se ha demostrado que la evaluación de riesgos no tiene la capacidad de barrera infranqueable para los accidentes. Las reglas de asociación que se han obtenido muestran antecedentes que están involucrados en accidentes en todas las fases de la obra de construcción. En cada una de las fases del trabajo se han identificado reglas de asociación con particularidades.

ABSTRACT

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ABSTRACT

The construction industry is an important sector of the economy in all developed countries and is considered an engine for economic growth. In practically all countries of the world it is one of the primary sources of employment in many parts of the world and provides opportunities for the most diverse sectors of society. Regardless of its economic importance, the construction industry is considered dangerous and accidents are frequent for the people who work in it. This Doctoral Thesis generates new knowledge about occupational accidents in construction sites in Spain. From the point of view of areas of knowledge, this thesis is framed in the field of Occupational Safety and Health (OSH).

In this Doctoral Thesis, the study of the causality of occupational accidents in the construction sector has been studied in depth, exploring the circumstances that contribute to accidents in the different phases of the work, from the perception of the risk of accident in construction activities up to the study and analysis of investigations carried out on accidents that occurred in construction sites.

Specifically, in a first research work, 842 official workplace accident investigation reports issued by the Andalusian Labor Authority during 2003 – 2012 were analyzed. These reports identified a total number of 2605 causes in the accidents investigated. The analysis of the reports sought to identify the most frequent causes of accidents in the construction sector with the aim of helping safety professionals in the task of prioritizing preventive actions based on the construction stage.

As a result of this work, it is the first publication of the research, in which significant associations of subgroups of causes with accident mechanisms and construction stages have been identified, generalized patterns of causality have been obtained for accidents and differentiated causality patterns have been extracted between minor, serious and fatal accidents. It was also found that the causal patterns for the various phases of the construction site are also different.

In the second research work, 82 experts in Safety and Health in Construction carried out 2460 assessments of perception of the level of accident

risk. These observations demonstrated the perception of the probability and consequences of the accident risk in thirty activities of six construction stages with a high number of accidents. The study sought to determine the incidence of various sociodemographic variables in the perception of accident risk and to propose measures to increase the coherence of risk assessments.

This work led to the second publication, where differences have been found between the accident risk assessments based on some of the sociodemographic variables analyzed in the case of safety experts in the construction sector. It was also determined that there is no significant difference in the perception of risk between men and women among health and safety specialists in this professional sector. The largest discrepancies were found when assessing the overall risk of construction activities in the early phases of the construction site.

In the third research work the data offered by the official notification forms of 1.525.865 work accidents in the construction sector that occurred in Spain between 2003 and 2015 were evaluated. The objective was to extract knowledge of historical data on construction accidents trying to identify crucial factors and patterns of occurrence of occupational accidents in this industry, showing how these factors and patterns are relevant in each phase of construction.

This led to the third published article, in which recurring patterns and factors with multiple relationships have been found in all phases of work. Subcontracting has proven to be a prominent factor and risk assessment has been shown not to be a barrier to all accidents. The association rules that have been obtained show that there are antecedents which are involved in accidents in all phases of construction work. In each of the phases of the work association rules with particularities have been identified.

INFORMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LAS PUBLICACIONES

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



INFORMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LAS PUBLICACIONES

Construction accidents: identification of the main associations between causes, mechanisms and stages of the construction process

Jesús A. Carrillo-Castrillo, Antonio F. Trillo-Cabello and Juan C. Rubio-Romero

International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2017

Vol. 23, No. 2, 240-250,

<http://dx.doi.org/10.1080/10803548.2016.1245507>

Publicado 10 Nov 2016.

Journal name: **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**

ISSN 1080-3548

eISSN 2376-9130

JCR ABBREVIATION: INT J OCCUP SAF ERGO

EDITION: Social Sciences Citation Index (SSCI)

CATEGORY: ERGONOMICS – SSCI; PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH – SSCI

Journal Impact Factor: 0,648

Rank by Journal Impact Factor:

- ERGONOMICS – SSCI: 13/16 (Q4)
- PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH – SSCI: 102/176 (Q3)

Rank by Journal Citation Indicator:

- ERGONOMICS: 9/22 (Q2)
- PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH: 180/374 (Q2)

Perception of risk in construction. Exploring the factors that influence experts in occupational health and safety

Antonio F. Trillo-Cabello, Jesús A. Carrillo-Castrillo, Juan C. Rubio-Romero

Safety Science 133 (2021) 104990,

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104990>

Publicado 22 Sep 2020.

Occupational accident analysis according to professionals of different construction phases using association rules

Antonio F. Trillo-Cabello, María Martínez-Rojas, Jesús A. Carrillo-Castrillo, Juan C. Rubio-Romero

Publicado 10 Sep 2021.

Safety Science 144 (2021) 105457,

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105457>

Journal name: **Safety Science**

ISSN 0925-7535

eISSN 1879-1042

JCR ABBREVIATION: SAFETY SCI

EDITION: Science Citation Index Expanded (SCIE)

CATEGORY: OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE – SCIE; ENGINEERING, INDUSTRIAL – SCIE

Journal Impact Factor: 4,105

Rank by Journal Impact Factor:

- OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE – SCIE: 15/49 (Q2)
- ENGINEERING, INDUSTRIAL – SCIE: 20/84 (Q1)

Rank by Journal Citation Indicator:

ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

- OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE – SCIE: 24/99 (Q1)
- ENGINEERING, INDUSTRIAL – SCIE: 15/62 (Q1)

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



APORTACIONES DEL DOCTORANDO A LAS PUBLICACIONES

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



APORTACIONES DEL DOCTORANDO A LAS PUBLICACIONES

En la elaboración de la publicación -Construction accidents: identification of the main associations between causes, mechanisms and stages of the construction process-, el doctorado aportó como tareas específicas las siguientes:

- Realización y definición de los objetivos e hipótesis de trabajo, así como colaboración en la introducción del artículo.
- Presentación y análisis de investigaciones anteriores. Valoración crítica de los antecedentes.
- Búsquedas bibliográficas para actualizar la información existente sobre el estado del arte y el objetivo del artículo y sobre la interpretación y discusión de los resultados obtenidos.
- Valoración de los métodos más adecuados para poder responder a los objetivos e hipótesis de trabajo.
- Colaboración en la realización de análisis estadísticos para poner de manifiesto las posibles relaciones entre las variables de estudio y los mecanismos de accidentes y entre las variables de estudio y las fases de la obra de construcción.
- Interpretación y discusión de los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología de análisis.
- Interpretación y modificación de tablas de resultados incorporando las aportaciones de los coautores.
- Redacción y actualización de los borradores de la publicación incorporando las aportaciones de los coautores.
- Colaboración en la elaboración y revisión de la publicación definitiva.

En la elaboración de la publicación -Perception of risk in construction. Exploring the factors that influence experts in occupational health and safety-, el doctorado aportó como tareas específicas las siguientes:

- Realización y definición de los objetivos e hipótesis de trabajo, así como de la introducción del artículo.
- Presentación y análisis de investigaciones anteriores. Valoración crítica de los antecedentes.
- Búsquedas bibliográficas para actualizar la información existente sobre el estado del arte y el objetivo del artículo y sobre la interpretación y discusión de los resultados obtenidos.
- Valoración y determinación de los métodos más adecuados para poder responder a los objetivos e hipótesis de trabajo.
- Realización de análisis estadísticos para poner de manifiesto las posibles relaciones entre las variables de estudio y la percepción del riesgo de accidente en las fases de la obra de construcción.
- Determinación, interpretación y discusión de los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología de análisis.
- Estimación y realización de tablas de resultados incorporando las aportaciones de los coautores.
- Redacción y actualización de los borradores de la publicación incorporando las aportaciones de los coautores.
- Elaboración y revisión de la publicación definitiva.

En la elaboración de la publicación -Occupational accident analysis according to professionals of different construction phases using association rules-, el doctorado aportó como tareas específicas las siguientes:

- Realización y definición de los objetivos e hipótesis de trabajo, así como colaboración en la introducción del artículo.
- Presentación y análisis de investigaciones anteriores. Valoración crítica de los antecedentes.
- Búsquedas bibliográficas para actualizar la información existente sobre el estado del arte y el objetivo del artículo y sobre la interpretación y discusión de los resultados obtenidos.
- Valoración de los métodos más adecuados para poder responder a los objetivos e hipótesis de trabajo.

ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

- Colaboración en la realización de análisis estadísticos para poner de manifiesto las posibles relaciones entre las variables de estudio y los patrones de accidente en las fases de la obra de construcción.
- Estimación, interpretación y discusión de los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología de análisis.
- Estimación y realización de tablas de resultados incorporando las aportaciones de los coautores.
- Redacción y actualización de los borradores de la publicación incorporando las aportaciones de los coautores.
- Elaboración y colaboración en la revisión de la publicación definitiva.

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 PRELIMINARES

Esta tesis doctoral titulada “Accidentalidad en obras de construcción. Análisis con enfoque en las fases de obra.” tiene su germen en 2014, como continuación de mi relación con mi director del proyecto fin de carrera de Ingeniería de Organización Industrial, el doctor D. Juan Carlos Rubio Romero, catedrático del Departamento de Economía y Administración de Empresas y referente en el campo de la Seguridad y Salud Laboral. El profesor Rubio Romero cuenta con capacidad y conocimientos contrastados para dirigir una tesis doctoral.

Esta tesis ha contado además con la codirección, junto al doctor Rubio Romero, del doctor Jesús A. Carrillo Castrillo, profesional con dilatada experiencia en el sector privado y en la Administración Pública en materia de seguridad y salud laboral e investigador colaborador en muchas de las publicaciones del profesor Rubio Romero. Si bien es la primera tesis que dirige, su participación como codirector ha permitido incorporar una visión cercana a la práctica profesional y a la transferencia de los resultados.

Este equilibrio, reflejado en el perfil de los codirectores, entre el rigor académico y la respuesta a las necesidades reales de los que hacen prevención, ha permitido aportar a las publicaciones esa visión “de la investigación a la práctica” tan necesaria en un campo de la técnica aplicada como es la seguridad y salud laboral.

Esta tesis cumple los requisitos exigidos para su evaluación como tesis doctoral por compendio de publicaciones conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Doctorado de la Universidad de Málaga (Texto aprobado en el Consejo de Gobierno de la Universidad de Málaga de 9 de octubre de 2012) y con sus posteriores modificaciones, que desarrollan lo establecido en el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de Doctorado (BOE de 10 de febrero) y su modificación por medio del Real Decreto 534/2013, de 12 de julio (BOE de 13 de julio de 2013).

Esta aclaración da contexto y justifica el camino seguido en la investigación, así como la estructura que presenta esta tesis, ya que según el Reglamento de Doctorado de la Universidad de Málaga, podrá presentarse para su evaluación como tesis doctoral por compendio de publicaciones, un conjunto de trabajos publicados por el doctorando directamente relacionados sobre el tema de la tesis doctoral; es necesario que incluya, al menos, tres publicaciones que se tendrán en cuenta para avalar la tesis.

En cuanto a su estructura, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Doctorado de la Universidad de Málaga, esta tesis doctoral consta de cinco capítulos. La tesis contiene, como capítulo 1, una introducción suficientemente extensa y que incluye preliminares junto con detalles que no se han podido incluir en las publicaciones. En ella se presentan los trabajos, se justifica la unidad temática de los mismos, se exponen la motivación y la problemática que justifican la elaboración de la tesis, y se presenta el estado de la cuestión que refleja el conocimiento publicado cercano a la temática del estudio. En el capítulo 2, se relaciona la metodología según los enfoques de la investigación y la usada específicamente en cada una de las tres publicaciones de la tesis doctoral. En el capítulo 3, se especifican los objetivos del trabajo. En el capítulo 4, se exponen los resultados principales de cada uno de los artículos de la tesis y la discusión de estos resultados. En el capítulo 5 se desarrollan las conclusiones finales del trabajo de investigación, las limitaciones planteadas en el desarrollo del estudio y las futuras líneas de investigación. Cierran este documento la bibliografía referenciada y los anexos, en los que se incluye una copia de los trabajos que forman parte integrante de la tesis.

Como indica el Reglamento de Doctorado de la Universidad de Málaga, las tres publicaciones que avalan la tesis han sido presentadas, publicadas o aceptadas para su publicación con posterioridad a la fecha de matrícula del doctorando en el Programa de Doctorado, que tuvo lugar en 2014. En relación con la autoría de las publicaciones, este doctorando comparte coautoría con sus directores de tesis, en las dos primeras publicaciones mientras que en la tercera además de ellos es coautora la doctora María Martínez Rojas, quien es profesora en el mismo departamento que el profesor Rubio Romero.

Mi participación en el primer artículo es como segundo autor debido a que gran parte de la metodología y la idea eran de un artículo previo sobre las causas de los accidentes en el sector industrial. No obstante, mi aportación fue importante. En cuanto a los artículos segundo y tercero he sido el primer autor, reflejando mi liderazgo en el diseño y realización de la investigación.

1.2 LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO. ACCIDENTES LABORALES.

La seguridad en el trabajo es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan los accidentes de trabajo (INSHT, 2011a). La seguridad en el trabajo es una disciplina encuadrada en la prevención de riesgos laborales. A nivel internacional, el organismo más destacado en la regulación de normas y disposiciones para vigilar la seguridad en el trabajo es la Organización internacional del Trabajo (en adelante OIT). Se trata de una organización perteneciente a las Naciones Unidas, con una singular estructura tripartita formada por gobiernos, empresas y trabajadores que establece convenios y normas para alcanzar mejoras constantes en las condiciones de trabajo.

Según los cálculos reflejados en uno de sus últimos informes, que lleva por título “*Seguridad y Salud en el Centro del Futuro del Trabajo: aprovechar 100 años de experiencia*” y en el que analiza la evolución de la Seguridad y Salud laborales, desde su nacimiento hace cien años hasta hoy, alrededor de 7.500 personas mueren cada día debido a accidentes o enfermedades laborales. Concretamente, la Organización calcula que mueren diariamente 1.000 personas en el mundo debido a accidentes de trabajo. Además, anualmente ocurren unos 374 millones de lesiones relacionadas con el trabajo no mortales, que resultan en más de 4 días de absentismo laboral. La OIT ha reconocido siempre que hay que dotar de un tratamiento diferenciado en el asunto de la seguridad y salud al sector de la construcción (OIT, 2019).

Respetando la importancia que tienen otros organismos supranacionales como la Organización Mundial de la Salud y dando el valor histórico a la incorporación de España a la Unión Europea y las importantes aportaciones que este hecho ha tenido en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo y prevención de riesgos laborales (Mora, 2015; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005b) en España estos quehaceres le ha correspondido históricamente al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (en adelante INSHT). Este instituto recientemente cambió de denominación a Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (en adelante INSSBT) y más recientemente a Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (en

adelante INSST). Actualmente es un Organismo Autónomo adscrito al Ministerio de Trabajo y Economía Social que tiene como misión el análisis y estudio de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Este Instituto manifiesta en sus textos de seguridad en el trabajo que *“el primer paso para evitar los accidentes es conocer lo que son, en qué consisten”* (INSHT, 2011a).

Una acepción popular de accidente de trabajo es que se trata de sucesos que producen lesiones y ocurren durante la jornada laboral. Si bien, la noción de accidente de trabajo se introdujo en el ordenamiento español a través de la Ley de Accidentes de Trabajo de 30 de enero de 1900 y este concepto quedaba definido en su primer artículo como *“toda lesión corporal que el operario sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena”*, la definición legal actual la encontramos en el artículo 115 de la Ley General de la Seguridad Social. Esta ley detalla que: *“se entiende por accidente de trabajo toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena”*. A continuación, añade otras situaciones especiales que están incluidas en el concepto legal de accidente de trabajo como accidente in itinere, accidente en misión, accidente en actos de salvamento, accidente en labores sindicales, etc. (BOE, 2015).

Es el propio INSHT, actualmente INSST, el que advierte que la definición anterior de accidente de trabajo es útil cuando el objetivo es reparar los daños personales causados por el accidente, pero no es apropiada cuando el objetivo es prevenirlo (INSHT, 2011a), proponiendo una definición de accidente de trabajo para este objetivo: *“accidente de trabajo es un suceso anormal, que se presenta de forma brusca e inesperada, normalmente es evitable, interrumpe la continuidad del trabajo y puede causar lesiones a las personas”*.

En base a esta propuesta, hay conceptos sobre los que se pueden agrupar la definición de accidente laboral en el ámbito de la seguridad y salud laboral (Arévalo Sarrate, 2016; Fernández et al., 2008; INSHT, 2011a; Rubio-Romero, 2002):

- suceso inesperado y brusco que es ajeno al normal discurrir de la actividad laboral.

- hecho que, al ocurrir, interrumpe la actividad laboral que realizaba el trabajador o los trabajadores.
- evento normalmente evitable.

Están incluidos por tanto como accidente laboral todos los acontecimientos ocurridos en el trabajo y ajenos a lo esperado, que tienen por resultado un daño físico a las personas. Las averías se caracterizan porque siendo sucesos no previstos y alterando el proceso productivo, no tienen capacidad lesiva sobre los trabajadores. El objetivo principal del mantenimiento preventivo es impedir averías, a diferencia de la seguridad en el trabajo que tiene por objetivo principal evitar accidentes, aunque ambas disciplinas tengan puntos de coincidencia y de mutua interrelación (INSHT, 2011a).

Se hace necesario destacar de la definición preventiva de accidente de trabajo su carácter de evitable. Aparentemente puede parecer obvio, pero culturalmente es un peso que sobrecarga a la prevención de riesgos debido en ocasiones a las creencias en el infortunio, en la mala suerte o, incluso, en la predisposición de algunas personas.

Para diferenciar los accidentes de trabajo de las otras agresiones a la salud y bienestar de las personas trabajadoras como consecuencia de su trabajo, hay que fijarse en la “agresividad” del agente material y en la inmediatez con que se materializa el daño. Así, se tienen agresiones que, como se ha dicho, causan malestar, insatisfacción u otros daños inespecíficos y que, aun prolongándose en el tiempo, no generan lesiones físicas o psíquicas o, si las generan, la relación causa-efecto no es fácilmente demostrable. Otras formas de agresión, cuando se repiten a lo largo de un determinado periodo, acaban produciendo enfermedades perfectamente diagnosticables, por ejemplo, las enfermedades profesionales (INSHT, 2011a).

Desde esta óptica la calificación de la gravedad de los accidentes es llevada a cabo por la mutua de accidentes de la empresa empleadora del trabajador accidentado pudiéndose estos catalogarse en leves, graves, muy graves y mortales. Por lo general, esta clasificación se subordina a la gravedad de la baja médica que ha podido generar el accidente o si hay lesiones

incapacitantes para la persona accidentada (Arévalo, 2016; Fernández et al., 2008; INSHT, 2011a; INSST, 2014).

Según lo anterior, un accidente cuyas consecuencias más esperables fuesen de cierta gravedad, como una caída desde determinada altura, pueden ser finalmente calificados de manera oficial como leve si los daños recibidos por la persona accidentada no resultan con secuelas relevantes (Arévalo, 2016; INSHT, 2000; INSST, 2014).

Desde el enfoque preventivo, un accidente de trabajo no necesariamente debe estar asociado con una lesión corporal. A menudo se producen incidentes o "accidentes blancos" que, sin causar lesiones, provocan daños materiales o perturban el normal desarrollo del trabajo, incluso deteniéndolo (INSHT, 2011a). Un estudio histórico, como el realizado por Bird en EE. UU. en 1969, establecía estadísticamente que una empresa donde hay demasiadas incidencias presentará accidentes graves. La relación de proporcionalidad entre accidentes establecida en la "pirámide de Bird", que debe tomarse como orientativa y genérica, es la siguiente: por cada accidente mortal o grave tienen lugar 10 accidentes con lesiones leves (sin baja laboral), 30 que solo causaron daños materiales a la propiedad y 600 incidentes sin daños materiales ni pérdidas visibles. Bird basó su estudio en el análisis de 1.753.498 notificaciones de accidentes de entre 297 organizaciones en EE. UU. (Rodríguez de Prada, 2012).

1.3 LA NOTIFICACIÓN Y REGISTRO DE ACCIDENTES DE TRABAJO

Para evitar los accidentes y los daños para la salud que se produzcan en relación con o en el transcurso de la actividad laboral, los gobiernos, en consulta con las organizaciones de empleadores y de trabajadores más representativas deberían formular, poner en práctica y reexaminar periódicamente una política nacional coherente en materia de seguridad y salud de los trabajadores y del medio ambiente de trabajo. A fin de dar efecto a esta política, la autoridad o autoridades competentes deberán asegurar el establecimiento y la aplicación de procedimientos para la declaración de los accidentes de trabajo por parte de los empleadores y, cuando sea pertinente, de las instituciones aseguradoras u otros organismos o personas directamente interesadas, así como la elaboración de estadísticas anuales sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales (OIT, 1981; OIT, 1996; OIT, 2006).

La OIT/en su documento de 2017 sobre Fuentes de datos para optimizar la recopilación y la utilización de datos sobre SST manifiesta que *los empleadores tienen el deber de declarar los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales al órgano competente, ya sea directamente u organizando un sistema de declaración fiable. Las entidades, públicas o privadas, de seguros de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales y de indemnización, son las responsables de recabar y recopilar la información sobre cada caso notificado que se presente para solicitar una indemnización, readaptación, pensiones u otras prestaciones.* En la medida de lo posible, con objeto de armonizar las estadísticas a partir de los datos recopilados de distintas fuentes, deberían utilizarse los mismos indicadores que los utilizados en el sistema nacional de notificación de los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales (OIT, 2017a).

La investigación sobre los registros de accidentes se ve dificultada debido a la ausencia de un sistema de codificación universal para las causas de los accidentes. Un adecuado sistema de codificación proporciona una lista de posibles causas con una jerarquía basada en un modelo de causalidad, por lo que los accidentes investigados con el mismo sistema de codificación pueden analizarse con métodos estadísticos (Feyer & Williamson 1991; Jacinto &

Aspinwall, 2004; Salguero-Caparrós et al. 2015). No obstante, se están realizando intentos para desarrollar una taxonomía común para las causas de los accidentes. Al menos en Europa, se trabaja desde 1990 en proyectos para conseguir la armonización de las estadísticas de accidentes de trabajo y del registro de causas y circunstancias de estos. En la fase III armonizada de las estadísticas europeas sobre accidentes de trabajo (European Commission, 2001; Eurostat, 2013) se ofrece una clasificación uniforme y sencilla de las circunstancias de los accidentes de trabajo que permite la comparación y codificación adecuada. El objetivo es reunir datos semejantes de todos los países de la Unión Europea sobre accidentes laborales elaborando una base de datos. La explotación de esta base de datos proporciona información sobre grupos y sectores de riesgo elevado (Fraile, 2011; Pietilä et al., 2018; Salguero-Caparrós et al. 2015). En fases más avanzadas, los datos permitirán obtener información sobre las causas y los costes sociales asociados a los accidentes laborales. Esta metodología está en consonancia con las recomendaciones de la OIT (OIT, 2017a; OIT, 2017b).

En España, el parte de accidente de trabajo se conforma a través de lo indicado en la *Orden Ministerial TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico*. Siendo obligatoria su presentación por vía electrónica mediante el Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo -Delt@- (BOE de 19/12/2002). El sentido de esta norma nacional es adoptar la codificación de la ESAW, de los datos relacionados con accidentes en los estados miembros de la Unión Europea (BOE de 21/11/2002).

Las notificaciones de los accidentes deben quedar registradas para su tratamiento ulterior. Dentro de cada empresa debería existir un sistema normalizado o procedimiento documentado para la notificación y registro de accidentes conforme al artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales (Fernández et al., 2008). Este sistema o procedimiento lleva aparejada la implantación de un soporte administrativo adecuado. La notificación debe partir del mando directo inmediato superior a la

persona accidentada. El registro puede completarse y mejorarse a partir de las notificaciones facilitadas por el equipo sanitario, por el departamento de personal, por el departamento de mantenimiento, por el personal presente o cercano al accidente, y por el servicio de prevención (Fraile, 2011; OIT, 1996; OIT, 2017a). Incluso puede tener aportaciones del departamento encargado de la relación con las entidades gestoras de las contingencias profesionales que son las encargadas de la calificación de la gravedad de los accidentes.

En el parte de accidente de trabajo, conforme a la citada Orden TAS/2691/2002, se han de hacer constar, básicamente, los datos de la persona trabajadora accidentada, los de la empresa, las circunstancias del accidente, algunos datos complementarios referidos al accidente en sí y algunos datos para calcular indemnizaciones. El empresario, también conforme a la citada Orden TAS/2691/2002, además de comunicar los partes de accidente correspondientes, tiene el deber de comunicar a la autoridad laboral los accidentes calificados como graves, muy graves, con fallecimiento o múltiples (accidentes que, aunque calificados como leves, afectan a un número superior de cuatro personas trabajadoras) en el plazo máximo de 24 horas. Asimismo, el empresario debe confeccionar y comunicar a la autoridad laboral una relación mensual de accidentes de trabajo sin baja médica que incluirá una relación nominal de las personas trabajadoras accidentadas, la fecha y la forma en que se produjo el accidente (BOE de 08/08/2000).

Estas notificaciones se pueden considerar como el punto de partida para el análisis de los accidentes. Si los accidentes acaecidos no son notificados, su potencial preventivo se pierde y no pueden aportar valor a la prevención (Fernández et al., 2008; Jacinto & Aspinwall, 2003). En esta tesis se usará esta información de los partes de accidentes, codificada conforme a ESAW III. Los informes de accidentes presentados a la autoridad laboral son fuentes de datos para su utilización en materia de SST (Pietilä et al., 2018; Rivas et al., 2011; Salguero-Caparrós et al. 2015).

La LISOS, determina una serie de infracciones y sanciones por la no comunicación del accidente de trabajo (BOE de 08/08/2000):

Como infracción grave: *«(...) no dar cuenta en tiempo y forma a la autoridad laboral, conforme a las disposiciones vigentes, de los accidentes de trabajo ocurridos y de las enfermedades profesionales declaradas cuando tengan la calificación de graves, muy graves o mortales, o no llevar a cabo una investigación en caso de producirse daños a la salud de los trabajadores o de tener indicios de que las medidas preventivas son insuficientes».*

Como infracción leve: *«(...) no dar cuenta, en tiempo y forma, a la autoridad laboral competente, conforme a las disposiciones vigentes, de los accidentes de trabajo ocurridos y de las enfermedades profesionales declaradas cuando tengan la calificación de leves».*

Además de la información de los partes de accidentes, los empresarios están obligados a investigar las causas. En ocasiones, no solo el empresario, sino que también los técnicos de la Administración Laboral realizan una investigación, normalmente si el accidente ha sido calificado como grave, muy grave o mortal. La investigación de accidentes es la herramienta utilizada para identificar las causas fundamentales de los accidentes. El modelo de causalidad junto al método de investigación debe formar un conjunto apropiado para el análisis con el fin de mostrar los principales causas y relaciones que conducen a un accidente específico (Arévalo, 2016; Carrillo-Castrillo et al., 2017; INSHT, 2011b; Salguero-Caparros et al., 2015). En esta tesis no solo se han usado los datos de los partes comunicados de accidentes sino también las causas codificadas en las investigaciones realizadas por los técnicos de la Administración Laboral.

1.4 LA TEORÍA DE LA CAUSALIDAD

Son muchos los investigadores que en las últimas décadas han intentado incorporar conocimiento científico sobre los accidentes y enfermedades profesionales proponiendo teorías y modelos de causalidad de accidentes y analizando los elementos que contribuyen a los accidentes y enfermedades profesionales (OHS, 2021). Estos modelos han ido avanzando y evolucionando con el paso del tiempo (Yang & Haugen, 2018). Entre los principales modelos de causalidad de accidentes existentes se pueden detallar algunas diferencias fundamentales, pero todos los modelos ofrecen una conceptualización del accidente que muestra una clásica relación entre causas y efectos, asumiendo que hay patrones comunes y que no se trata de simples sucesos aleatorios (Arévalo, 2016; Raouf, 1998).

Los modelos primarios son conocidos como modelos causales secuenciales o modelos lineales simples. En estos modelos, los accidentes son entendidos como un encadenamiento de causas y efectos que acontecen de manera secuencial siguiendo un orden determinado. Es destacado el modelo de Heinrich conocido como la “teoría del dominó” (Heinrich et al., 1931). En este modelo, un accidente es el culmen de una serie de eventos y circunstancias, de manera que la caída de cada una de las fichas de dominó provoca la activación y caída de la siguiente y así hasta la generación de daños. La mayor contribución de este modelo es identificar que un accidente puede evitarse eliminando alguno de los factores clave en la secuencia que lo produjo. En su teoría, Heinrich delimita cada una de las fichas de dominó de forma que para evitar la repetición del accidente hay que, o bien eliminar los factores causales o interponer barreras que impidan su efecto en la cadena de sucesos (Heinrich, 1941; Raouf, 1998).

Estos modelos primarios se han visto superados por modelos más adecuados para interpretar sucesos multicausales y complejos como son los accidentes laborales desde finales del siglo XX sobre los que el avance tecnológico y social ha tenido un impacto significativo. Sin embargo, los modelos causales secuenciales continúan estando presentes en técnicas de investigación de accidentes como los árboles de fallos y trabajan correctamente en la

explicación de accidentes provocados por fallos de componentes físicos o por errores humanos en sistemas sencillos (Jacinto & Silva, 2010).

La llegada de la década de los setenta incorpora a la teoría de la causalidad otros modelos que introducen las cuestiones relacionadas con la organización, bajo la denominación de modelos organizativos. Dichos modelos dieron paso a los modelos epidemiológicos o modelos de fallos latentes, derivando la denominación «epidemiológico» del ámbito sanitario que equipara las condiciones latentes a los patógenos en el cuerpo humano (Williamson & Feyer, 1990). Estos modelos, aún lineales, son de causa y efecto complejos. En ellos, la consideración de accidente es vista como el resultado de la convergencia de múltiples secuencias de eventos, una combinación de fallas activas o actos inseguros y de condiciones latentes o inseguras (Rasmussen, 1981; Reason, 1990; Reason, 1997). Estas condiciones latentes son carencias de los sistemas que están en la génesis del accidente pero que necesitan de la activación generada por los actos inseguros. De entre los modelos epidemiológicos, destaca el modelo de "queso suizo" (Reason, 1990). Este modelo guía el análisis al revelar la compleja interacción de condiciones latentes, fallas activas y barreras o defensas. Este autor afirma que, aunque ocurren muchos actos inseguros, solo unos pocos se materializan en accidentes debido a las barreras existentes representadas por las capas del modelo de queso suizo. En este caso, los agujeros de las capas de queso no son permanentes en el tiempo ya que las barreras son alterables en el tiempo. A diferencia de los modelos anteriores, se considera la contribución de las cuestiones organizativas, se pasa el acto inseguro de error humano a desviación del rendimiento esperado, y se incorpora el concepto de barrera en todas las capas del modelo. En resumen, las condiciones latentes, ya presentes en el sistema, simplifican la aparición de actos inseguros que, ante la debilidad o inexistencia de barreras o defensas y, coincidiendo en espacio y tiempo, permiten el accidente (DeJoy, 1986; Guo et al., 2019; Jacinto & Aspinwall, 2003; Mohamed et al., 2009; Petersen, 1984; Raouf, 1998).

Los modelos anteriores, secuenciales y epidemiológicos, no son adecuados para interpretar las interacciones dinámicas y no lineales entre los

factores de muchos de los sistemas actuales cada vez más complejos. Recientemente, dadas esas limitaciones, han surgido otros modelos, los modelos llamados sistémicos o no lineales. Los modelos basados en la teoría de sistemas y en la cibernética, representan a los accidentes como un fenómeno emergente que se genera de las interacciones entre componentes del sistema. Estas interacciones son en muchos casos no lineales y pueden contener lazos de retroalimentación (Arévalo, 2016). Estos modelos consideran los accidentes causados por una conjunción inesperada de acciones normales, en vez de por errores humanos. Es como si una combinación o resonancia entre variabilidades normales del proceso generara las condiciones necesarias y suficientes para que se produzca el accidente. Quizás la evidencia más relevante de este sistema es que proporciona una comprensión de las sutiles interacciones que concurren en el accidente. Si el accidente es el resultado de las variabilidades normales combinadas de manera no programada, el conocimiento sobre el accidente debe buscarse en esa combinación de condiciones que lo generó (Hollnagel, 2008; Hollnagel & Goteman, 2004; Katsakiori, et al., 2009).

1.5 LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES COMO TÉCNICA PREVENTIVA

La seguridad en el trabajo consiste en un conjunto de técnicas y procedimientos que buscan como resultado eliminar o minimizar los riesgos derivados del trabajo que pueden conducir a la materialización de accidentes laborales. Las técnicas de seguridad pueden definirse como el conjunto de actuaciones, sistemas y métodos, dirigidos a la detección y corrección de los distintos factores de riesgo que intervienen en los accidentes de trabajo y al control de sus posibles consecuencias (INSHT, 2011a).

Todas las técnicas de seguridad tienen validez y utilidad. Atendiendo a su sistema de actuación, el conjunto de técnicas de prevención y protección o técnicas de seguridad, se pueden clasificar en analíticas y operativas (Arévalo 2016; INSHT, 2011a; Rubio-Romero, 2002).

- Las técnicas analíticas tienen por objeto la detección de los peligros, la evaluación de los riesgos propiamente dichos y la investigación de las causas que han provocado accidentes para extraer experiencias. Las técnicas analíticas pueden ser previas o posteriores al accidente (INSHT, 2011a; Rodríguez 2012).
- Las técnicas operativas pretenden disminuir las causas que originan los riesgos, dirigiendo su acción tanto hacia los aspectos técnicos y organizativos del trabajo como hacia el propio trabajador (Cortés, 2018; INSHT, 2011a).

Entre las técnicas analíticas podemos encontrar las previas al accidente (análisis documental de riesgos, revisión del cumplimiento de reglamentaciones, análisis histórico de accidentes, control estadístico de siniestralidad, evaluaciones de riesgos, inspecciones y revisiones de seguridad, inspecciones de tareas, control de calidad del proceso de producción y de los productos, etc.) y las posteriores al accidente (notificación y registro de accidentes, investigación de accidentes e incidentes, análisis estadístico de siniestralidad, etc.). Las técnicas analíticas posteriores al accidente son aquellas que buscan indagar en el estudio de los riesgos y las causas a través de los accidentes e incidentes ya ocurridos. Estas técnicas tienen entre sus objetivos la detección de las causas

que motivan los accidentes que han sido notificados y utilizar el conocimiento obtenido en la prevención de futuros accidentes (Arévalo, 2016; Cortés Díaz, 2018).

La investigación de accidentes es una técnica de prevención originariamente orientada al hallazgo de las causas, aunque ha ido evolucionando hacia el análisis del conjunto de factores y causas, constatado el carácter multicausal de los accidentes de trabajo, junto con las posibles interdependencias y relaciones de aspectos de tipo técnico u organizativo y de los factores individuales (Arévalo, 2016).

Aunque cada accidente, por lo general, presentará una conjunción causal diferente, la potencia preventiva de la información obtenida en un volumen sustancial de datos es elevada (INSHT, 2011a; Khanzode et al., 2012; Salguero-Caparros et al., 2015). Para ello, cabe acometer investigaciones científicas que ayuden a evidenciar con objetividad las interacciones existentes entre la ocurrencia de los accidentes laborales y los factores y causas que han podido ser notificados y/o registrados en partes de accidente o informes de investigación de accidentes mediante el análisis estadístico de esos datos propiciará una acertada toma de medidas en el ámbito de la gestión de la seguridad y salud laboral evitando así la repetición de los accidentes y que no lleguen a completarse otros similares, llegando a la mejora de las condiciones laborales, ya que los accidentes no solo indican deficiencias en los sistema de prevención, también señalan carencias en la gestión de las empresas (Hale et al., 2007; Rubio-Romero, 2002; Salguero-Caparros et al., 2015). Se trata de superar las limitaciones de simples registros estadísticos o básicos análisis de índices o tendencias. El trabajo con análisis estadísticos más complejos aportará conocimiento sobre la relación de variables explicativas que están integradas en la ocurrencia de los accidentes laborales.

La información sobre cómo se están ocasionando los accidentes y sobre cuáles deben ser los planes de acción que deben establecerse y las medidas preventivas que deben priorizarse sobre la base del comportamiento de las variables involucradas para evitar que casos similares se repitan es muy aprovechable ya que la similitud entre accidentes constata riesgos, factores,

causas y asociaciones comunes (Feyer & Williamson 1991). La aplicación de técnicas estadísticas adecuadas para la identificación de asociaciones es efectiva en la identificación de medidas de actuación en el ámbito de la gestión de la seguridad y salud para evitar la repetición de accidentes. El análisis de los registros de accidentes y de la investigación de los accidentes ocurridos, ambos con información primordial para conocer los hechos sucedidos sirve para detectar distintos factores de riesgo y causas, asociaciones entre causas, patrones de causalidad, etc., permitiendo profundizar en la prevención de accidentes futuros y contribuyendo a eliminar la condición de “acto inseguro” como causa concluyente en los accidentes (Arévalo, 2016; Cortés Díaz, 2018; Mohamed et al., 2009; Rubio-Romero, 2002).

1.6 LAS SINGULARIDADES DE LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN

Se estima que el sector de la construcción generó el 3,4% del Producto Interior Bruto (en adelante PIB) a nivel mundial alcanzando los 445.000 millones de dólares estadounidenses (OMC, 2019) y representa aproximadamente un 7% de la fuerza laboral mundial remunerada. En el caso de España, la construcción es un sector importante en la economía y en el empleo, tanto por su propia actividad como por la industria auxiliar. Respecto a su representatividad en la economía y atendiendo a las cifras de la Contabilidad Nacional, el peso de la construcción se ha situado en los últimos treinta años entre el 7 y el 10 por 100 del valor añadido bruto total, entre el 7 y el 13 por 100 del empleo y en torno al 60 por 100 de la formación bruta de capital fijo (CES, 2016). El valor del PIB nacional a precios corrientes para el conjunto del año 2020 se situó en 1.121.698 millones de euros. Este dato es el resultado de la acumulación temporal de los cuatro trimestres del año sin corregir efectos estacionales, según la Contabilidad Nacional Trimestral que publica el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2021).

El número de empresas con asalariados del sector de la construcción inscritas en la Seguridad Social en el año 2020 (datos a 31 de diciembre) ha sido de 126.842. Según la Encuesta de Población Activa del Instituto Nacional de Estadística, año 2020, el número de ocupados en el sector fue de 1.244.077. El sector de la construcción agrupa al 6,5% del total de ocupados en el conjunto de la economía. Según los datos registrados en el sistema de la Seguridad Social, el porcentaje de asalariados en el sector durante el año 2020 es del 68,7%, dándose el mayor porcentaje de asalariados en la actividad de Ingeniería Civil, con más de un 86,1%. (Observatorio industrial de la construcción, 2021a).

La contratación en el sector se agrupa principalmente en las empresas de Actividades de Construcción Especializada, con un 49,4% del total de contratos registrados, y en las de Construcción de Edificios con un 46,7%. Las empresas de Ingeniería Civil formalizaron el 3,9% de los contratos registrados durante el año por empresas del sector. La estacionalidad incide en el número de contratos mensuales registrados a lo largo del año. (Observatorio industrial de la construcción, 2021a; Observatorio industrial de la construcción, 2021b).

De los datos mostrados se desprende que, a pesar de la actual crisis sanitaria, la industria de la construcción en España es uno de los motores económicos. Un motor robusto y más fiable que en épocas pasadas, tras la lección aprendida con el estallido de la crisis económica en 2008, con un tejido productivo resiliente teniendo en cuenta las actuales circunstancias sanitarias, económicas y sociales (CES, 2016; ITeC, 2021).

El sector de la construcción es característico por muchas razones mostrando múltiples particularidades que lo hacen discordar del resto de sectores económicos. Si el enfoque se ajusta en concreto al elemento obra de construcción, su delimitación más adecuada en el ámbito de la seguridad y salud laboral se encuentra en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción entendiendo por obra de construcción u obra cualquier obra pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil cuya relación no exhaustiva figura en su anexo I (excavación, movimiento de tierras, construcción, montaje y desmontaje de elementos prefabricados, acondicionamiento o instalaciones, transformación, rehabilitación, reparación, desmantelamiento, derribo, mantenimiento, pintura, limpieza y saneamiento) (BOE de 25/10/1997).

Se puede destacar la singularidad de los centros de trabajo en este sector. Tratándose de obras de construcción a las que les sea aplicable el Real Decreto antes citado, existen requisitos específicos con relación a la comunicación de su apertura como son; realización con carácter previo al inicio de los trabajos y su realización exclusiva por aquellos empresarios que tengan la condición de contratistas o presentación de documentación específica (BOE de 25/10/1997; BOE de 08/08/2000; BOE de 25/08/2007). El incumplimiento de estos trámites o la comunicación de datos inexactos tiene la consideración de falta grave en el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (en adelante LISOS) (BOE de 08/08/2000).

Por otra parte, si se compara el concepto de centro de trabajo de la obra de construcción al de otros sectores con unas instalaciones, infraestructuras,

maquinaria y servicios estables, en las obras de construcción aparecen un conjunto de características específicas que no se encontrarán en otros sectores.

Así, por ejemplo, se puede citar la diversidad en las localizaciones, la duración casi imprevisible, instalaciones y servicios con elevado carácter de provisionalidad, bienes que son indisponibles para el traslado; todas ellas son condiciones propias de la obra que generan situaciones peligrosas y dificultan la prevención (Durán López et al., 2008; Fonseca et al., 2014; Macchia, 2007; Mínguez & Moreno, 2004; Robledo 2013; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010).

Esto queda refrendado en principios contables expuestos en las normas de adaptación del Plan General de Contabilidad a las Empresas Constructoras en la disposición especial de los Centros de trabajo para el sector de construcción, que enuncia que «(...) cada obra equivale a una planta industrial de cualquier otro sector. Y cada obra surge allí donde realmente se necesita, allí donde precisamente se demanda».

Los trabajadores contratados para una obra determinada tienen en dicha obra su centro de trabajo (BOE de 25/10/1997) y por tanto el documento preventivo fundamental no puede ser el Plan de Prevención como en el resto de las industrias, motivo por el cual el citado Real Decreto 1627/1997 exige un Plan de Seguridad y Salud en la Obra en cada uno de esos centros de trabajo asociados a los contratistas de primer nivel. Un centro de trabajo que, en la mayoría de las condiciones, es totalmente distinto al de las industrias fijas y no solo diferente, sino también en constante cambio.

Inseparable de la peculiaridad como centro de trabajo se encuentra la del lugar de ubicación de la obra de construcción. El bien producido, la obra, no es susceptible de traslado, por lo que su producción se realiza in situ. Los trabajos constructivos se realizan generalmente a la intemperie, y además condicionado por el resto de las actividades e infraestructuras cercanas, muchas veces vías públicas (Gangoells et al., 2010; Santiago, 2010). Con la ubicación de cada obra se plantean problemas de movilidad de personas y materiales, temporalidad en almacenamientos e instalaciones, y zonas de servidumbres que no se presentan en otros lugares de trabajo. Un espacio donde estaba instaurada una situación

estable se ve alterado por una obra de construcción que genera molestias y puede llegar a producir daños y perjuicios a bienes o personas. El emplazamiento de una obra de construcción altera la seguridad inicialmente planteada de una zona amplia de terreno pues genera movimiento de vehículos, personas y medios de producción, alteraciones de las condiciones del suelo, deposito temporal de materiales, maquinarias y herramientas, incluso demoliciones en algunos casos. Estas circunstancias deben hacerse compatibles con la seguridad vial y la seguridad de las personas, pero generan situaciones peligrosas (Gangoellis et al., 2010; Mínguez & Moreno, 2004; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010).

Si bien se entiende por lo general que hay 2 tipos de obra de construcción (Eustat, 2020):

- Edificación: toda construcción permanente, separada e independiente, concebida para ser utilizada como vivienda familiar o colectiva, o para fines agrarios, industriales, prestación de servicios o, en general, para el desarrollo de una actividad, por ejemplo: escuelas, silos, etc.
- Obra civil: toda obra de infraestructura, distinta de la edificación, destinada a ser utilizada colectiva o públicamente,

y que, dentro de los tipos de obras de edificación, algunas se pueden realizar con sencillez técnica y sin una excesiva complejidad constructiva, generalmente la duración prevista de una obra de construcción supera los 12 meses, por lo que la elevada duración de la obra de construcción es otra de sus características propias. Este factor característico de largo plazo de ejecución junto con una generalizada demora en el tiempo respecto al plazo de entrega inicialmente fijado provocan que las condiciones de seguridad y salud previstas y tenidas en cuenta mucho tiempo antes del arranque de la actividad constructiva o la primera fase de obra se vean habitualmente cuestionadas durante la ejecución (Durán López et al., 2008; Fonseca et al., 2014; Macchia, 2007; Ng & Tang, 2010; Paramio, 2009; Ros Serrano et al., 2013; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010).

La relación entre las partes interesadas en una obra de construcción es otra singularidad de esta industria. En primer lugar, la variedad de agentes involucrados es apreciable (promotor, contratista, dirección facultativa, subcontratistas, trabajadores autónomos, coordinadores de seguridad y salud, recursos preventivos, etc.). Estos agentes tienen intereses particulares y en muchos casos enfrentados, procedencias distintas a veces difíciles de compatibilizar, disparidades en niveles como el educativo o el de comprensión y más recientemente el cultural e idiomático. Esto exige la necesidad de una continua y, generalmente obligatoria, coordinación de actividades empresariales. (Boix, 1999; Durán López et al., 2008; González-Martín et al., 2010; Hide et al., 2003; Martínez, 2007; Meardi et al., 2012; Ros Serrano et al., 2013).

La normal confluencia de diferentes empresas y/o trabajadores autónomos en el mismo lugar de construcción y, con ello, la exigencia añadida de aplicarse en la coordinación de seguridad y salud para garantizar el derecho de los trabajadores a la seguridad y salud laboral, y para establecer la exacta distribución de obligaciones y responsabilidades entre todos los agentes presentes hacen que, a pesar de existir un fin común, se produzcan situaciones de desorganización y falta de comunicación y/o información que en otras circunstancias no deberían existir (Durán López et al., 2008; Iranzo & Piqué, 2011; Lozano-Díez, et al., 2019; Luján Alcaraz 2004; Mínguez & Moreno, 2004; Ros Serrano et al., 2013; Rubio-Romero 2002; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010).

Profundizando en el aspecto de la diversidad de roles y oficios de la obra de construcción, lo más habitual es que trabajadores de distintas empresas junto a trabajadores autónomos ejecuten sus actividades en el mismo centro de trabajo. Los niveles educativos, generalmente, suelen ser niveles primarios o secundarios entre los profesionales de oficios (encofrador, albañil, escayolista, fontanero, electricista, carpintero, pintor, etc.), con una formación profesional académica sobre las técnicas constructivas baja y, en multitud de casos, con unos conocimientos mínimos en prevención de riesgos laborales (Hide et al., 2003; Observatorio industrial de la construcción, 2021b). Además, la construcción suele reflejar entre sus trabajadores la elevada movilidad generada

por un sector que en momentos de expansión admite personal sin experiencia laboral, o bien derivado de otros sectores o a la espera de encontrar algo distinto. Estas circunstancias confieren a la actividad un carácter de elevada variabilidad en materia de seguridad y salud laboral (CES, 2016).

Cercano a la diversidad roles y oficios y a la singularidad de las ubicaciones de las obras de construcción está el hecho de la rotación de personas y bienes. La evolución de las necesidades de instalaciones, maquinaria, herramientas, oficios, etc., así como su autonomía y entidad propia hacen que la obra de construcción en ejecución cambie prácticamente a cada hora de cada día. Se incorporan nuevos trabajadores para desarrollar distintos oficios, las empresas, subcontratas y trabajadores autónomos cambian cuando van terminando los trabajos asignados y, normalmente, la mayoría de los proyectos se ven afectados por las inclemencias del clima. Además, cuando finaliza los trabajos en un proyecto, los trabajadores y las empresas constructoras se trasladan y van compartiendo medios de producción móviles entre obras que se ejecutan en lugares alejados, a veces con traslados largos y costosos, siempre tratando de reducir los tiempos improductivos. Los trabajadores son continuamente despedidos y contratados en los finales de obra, provocando continuos traslados y adaptaciones a las nuevas características de cada centro de trabajo. Los medios son desmontados, trasladados, reubicados y montados constantemente. Esto suele ser calificado como carácter dinámico del sector y es una característica que genera diversos problemas en el momento de establecer actividades preventivas con la suficiente antelación y precisión (Fonseca et al., 2014; Luján 2004; Macchia, 2007; Martínez, 2007; Ng & Tang, 2010; Robledo, 2013; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010).

La contratación indefinida vinculada a las empresas constructoras es especialmente baja siendo el contrato temporal el más usado en el ámbito de la obra de construcción. Dentro de esta modalidad de contratación, el contrato por obra o servicio es el más habitual. Con una duración inicialmente no definida, este tipo de contrato cumple con gran exactitud su motivación en una obra de construcción ya que tiene autonomía y sustantividad propias con un plazo de ejecución temporal. En el ámbito del personal trabajando para una subcontrata,

esta situación se agudiza. Los niveles de subcontratación en el sector de la construcción han llamado la atención durante mucho tiempo y aún con cambios normativos recientes sigue siendo un factor representativo de las obras (Observatorio industrial de la construcción, 2021b). Los niveles de temporalidad y subcontratación son relevantes en la implantación de la prevención de riesgos laborales en los procesos de construcción (Durán López et al., 2008; González-Martín et al., 2010; Martínez, 2007; Paramio, 2009; Ros Serrano et al., 2013).

El proceso constructivo o el cómo se fabrica el producto obra de construcción es una elaboración singular. La forma de proyectar, planificar, organizar, programar y controlar una obra de construcción es particular como industria. En la fase de proyecto, se toman con carácter previo decisiones económicas, técnicas, constructivas y organizativas con el objetivo de planificar fases de obra, trabajos a desarrollar y la duración de estos, tareas que se desarrollarán de manera sucesiva o simultánea, etc. La estimación del costo de una obra de construcción depende de tantos factores que generalmente todos los presupuestos son superados. Según se inicia la obra, las planificaciones de plazos y de duración de los trabajos según los rendimientos habituales comienzan a ser alteradas por las frecuentes variaciones de los elementos climatológicos y de los equipos humanos. La variabilidad de los equipos humanos se ve incrementada con las subcontrataciones y personal de empresas auxiliares. Estas frecuentes alteraciones quiebran la cadena de producción, provocan alteraciones en los trabajos que deben realizarse de forma consecutiva y provocan solape de otros trabajos que no estaban determinados produciendo retrasos y desviaciones sobre lo planificado de consideración significando un obstáculo añadido en la prevención de riesgos laborales en las obras (Durán López et al., 2008; Fonseca et al., 2014; Macchia, 2007; Mínguez & Moreno, 2004; Paramio, 2009; Robledo 2013; Ros Serrano et al., 2013; Rubio-Romero, 2002; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010).

Los riesgos para la seguridad y la salud en las obras de construcción merecen su espacio entre las singularidades de esta industria. Los riesgos laborales a los que se hallan expuestos las personas que trabajan en la construcción es de enorme variedad. Estos riesgos varían entre oficios y entre

obras, varían según los procesos constructivos elegidos, según la ubicación del centro de trabajo, según las condiciones climáticas o la incidencia de la luz solar, prácticamente varían a cada instante. El carácter efímero del centro de trabajo de cualquier obra con lo que implica de accesos, instalaciones de producción, de higiene, de comedor, de primeros auxilios, auxiliares, etc., de carácter temporales o, muchas veces provisionales, marca las condiciones propias de la obra y en muchos casos la especificidad de la seguridad y salud en el trabajo de construcción. Sus trabajadores se ven expuestos, junto a los riesgos laborales de su ocupación, a los riesgos generados por los entornos laborales altamente cambiantes, a los generados por todos aquellos que trabajan en un radio cercano de influencia e, incluso, a los generados por otros que incluso no estando en su proximidad manejan elementos como maquinaria o vehículos. Este tipo de exposición en los trabajos de construcción, generalmente corta en el tiempo, a riesgos muy variados e imprevisibles, añade una dificultad a la evaluación de riesgos y a las labores preventivas en las obras de construcción ya que los riesgos de seguridad y de salud que corren los trabajadores son comúnmente cambiantes (Aneziris et al., 2012; Camino López et al., 2008; Durán López et al., 2008; Fonseca et al., 2014; López-Arquillos et al., 2012; Macchia, 2007; Mínguez & Moreno, 2004; Pinto et al., 2011; Robledo 2013; Ros Serrano et al., 2013; Rubio-Romero, 2002; Rubio-Romero, 2004; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Rubio-Romero & Gámez, 2005b; Santiago, 2010).

Aún pueden añadirse a estas singularidades otras que refuerzan la idiosincrasia de este producto único que es la obra de construcción (Dong et al., 2018; Durán López et al., 2008; Fonseca et al., 2014; Gao et al., 2016; González-Martín et al., 2010; Hide et al., 2003; Loosemore & Malouf, 2019; Lozano-Díez et al., 2019; Macchia, 2007; Martínez, 2007; Martínez-Aires et al., 2018; Meardi et al., 2012; Mínguez & Mohammadi et al., 2018; Moreno, 2004; Ng & Tang, 2010; Poh et al., 2018; Robledo, 2013; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010):

- La aportación del cliente. Los clientes son aquellos individuos o entidades privadas o públicas por encargo de los cuales se fabrica la obra

de construcción. Por tanto, sus decisiones sobre un producto personalizado son totalmente relevantes.

- El carácter cíclico del sector. Las obras de construcción son muy sensibles a la coyuntura económica. Las épocas de bonanza son expansivas en inversión y en contratación de personal para la construcción, se generan situaciones de profesionalización muy aceleradas y poco consistentes que provoca la contratación de personal escasamente cualificado y poco competente en los oficios y en materia de prevención de riesgos laborales.
- Alto valor del producto. La obra de construcción es un artículo de elevado valor. Es un sector en el cual el valor del producto fabricado es, en multitud de casos, superior al capital de la empresa que lo fabrica.
- La perdurabilidad del producto. A una obra de construcción se le exige la característica de perdurabilidad. Esta característica ha de ser tenida en cuenta en todo su proceso de fabricación ya que la obra debe finalizarse libre de vicios ocultos o defectos constructivos que podrían hacer que no se ajusten a las calidades firmadas e incluso que imposibiliten la misión para la que se realizó la construcción.
- El tamaño de las empresas. Las grandes empresas controlan una buena parte de la demanda y subcontratan la mayor parte de los procesos productivos. Según el informe sobre el Sector de la Construcción 2020 del Observatorio Industrial de la Construcción, durante ese año, el 98,7% de las empresas del sector son pequeñas empresas (siendo un 86,1% microempresas de menos de 10 trabajadores), el 1,2% son empresas medianas y el 0,1% grandes empresas.
- La dificultad de supervisión e inspección. El cambio continuo en el centro de trabajo, las situaciones provisionales, las rotaciones de personas y materiales, etc., dificultan esas funciones.
- La dificultad de integrar la prevención. La complejidad intrínseca a la propia industria de la construcción, unida a los continuos cambios en personal, maquinaria, instalaciones, ritmos de producción, etc., complican

el trabajo que deben realizar los profesionales de la prevención y, además, hacen más difícil para los trabajadores integrar las diferentes acciones preventivas en el trabajo diario.

- Basado en la mano de obra. A pesar de la cada vez más creciente mecanización, el sector continúa basándose principalmente en la mano de obra. Según el Observatorio Industrial de la Construcción en su informe sobre Contratación en el sector de la Construcción «(...) los contratos del sector de la construcción registrados representan el 6,8% de la de la actividad económica».
- Bajos niveles educativos. Es un rasgo característico de la mayoría de la mano de obra en el sector. Según el Observatorio Industrial de la Construcción en su informe sobre Contratación en el sector de la Construcción «En 2020 el mayor número de contratos fueron para personas con nivel de estudios de educación general y estudios primarios, agrupando conjuntamente el 86,2% del total de los registros».
- Sector masculinizado. La representación de mujeres en este sector es históricamente minoritaria comparativamente con la de los varones. Según el Observatorio Industrial de la Construcción en su informe sobre Contratación en el sector de la Construcción «En 2020 se registraron 1.002.492 contratos a hombres. Los contratos de mujeres fueron 88.269».
- Sector pluricultural y pluriracial. Casi una cuarta parte de las personas trabajadoras son inmigrantes. Hay una dilatada tradición en el sector en el empleo de mano de obra forastera, muchos con dificultades con el idioma.
- Sector burocratizado. Tanto las organizaciones empresariales como los colectivos profesionales y los sindicatos consideran que el sector tiene una elevada burocracia administrativa y una regulación normativa mejorable.

1.7 LA REDUCCIÓN DE LA SINIESTRALIDAD LABORAL EN LA CONSTRUCCIÓN

En la industria de la construcción, datos de diversos países industrializados muestran que los trabajadores de este sector tienen una probabilidad entre 3 y 4 veces mayor de morir a causa de accidentes en el trabajo que el conjunto de trabajadores. En el mundo en desarrollo, los riesgos asociados con el trabajo de la construcción pueden ser de 3 a 6 veces mayores (OIT, 2015).

El Consejo Económico y Social de España en su memoria sobre la situación socioeconómica y laboral de España en 2016 y atendiendo al índice de incidencia de los accidentes de trabajo que muestra la evolución de la siniestralidad descontando el efecto de las variaciones en la ocupación, puso de manifiesto un nuevo aumento para ese año, el cuarto consecutivo, y, al igual que sucedió en esos años anteriores, se dio en todos los grandes sectores de producción. Las cifras de accidentes, y especialmente la de mortales, desvelan que hay carencias, que no se está ejecutando bien la prevención y que no aparece el resultado esperado (CES, 2016; CES, 2017).

El Departamento de Seguridad y Salud de la Fundación Laboral de la Construcción en colaboración con el Observatorio Industrial de la Construcción elabora un informe sobre Accidentabilidad en la Construcción donde refleja los datos de los principales indicadores de accidentabilidad del sector. Realizado durante 2019 sobre los datos de accidentes de trabajo de 2017, determinó que el índice de incidencia, indicador que relaciona el número de accidentes ocurridos con el número de trabajadores en el colectivo considerado, es el más alto de los sectores productivos y que tanto este índice de incidencia como el de gravedad, indicador que relaciona el número de días de ausencia del trabajo, como consecuencia de los accidentes, con el tiempo trabajado por el colectivo de trabajadores considerado, continua el incremento iniciado en 2014 (Observatorio industrial de la construcción, 2019).

El INSST, anteriormente INSHT, en su informe anual de accidentes de trabajo en España 2019 publicó que el sector con mayor índice de incidencia de

accidentes de trabajo en jornada de trabajo de las personas trabajadoras asalariadas fue la construcción superando en más del doble la media de los índices sectoriales. Del mismo modo, publicó que el sector con mayor índice de incidencia de accidentes de trabajo en jornada de trabajo de las personas trabajadoras por cuenta propia fue la construcción superando en más del doble la media de los índices sectoriales (INSHT, 2020b).

Los sucesivos gobiernos, desde la entrada en vigor de Ley de Prevención de Riesgos Laborales en 1996 y con mayor decisión desde 2007 con la aprobación de una Estrategia española de Seguridad y Salud en el Trabajo, han impulsado diversas medidas en materia preventiva buscando una reducción significativa y decidida de la siniestralidad laboral. Estas medidas en materia de prevención, habitualmente, activadas con el consenso de los interlocutores sociales, han pretendido entre otros objetivos una reducción que permita aproximarnos a los valores medios de la siniestralidad laboral en la Unión Europea (INSHT, 2016; INSHT, 2020c).

La construcción se regula con normativa específica, sistematizando y reglamentando facetas que otras industrias no tienen que cumplir. Este es el caso de la prevención de riesgos laborales en obras de construcción. Para minimizar riesgos e impedir que estos se materialicen en accidentes o enfermedades, la legislación obliga en el sector a tener un conjunto de planes de actuación y protocolos preventivos y a realizar inspecciones que supervisen su implantación (BOE, 1997). En este sistema de gestión, el presupuesto, la planificación y priorización, y la coordinación de actividades en la prevención de riesgos de las obras adquieren una dimensión transcendental. Es esencial que el diseño y ejecución de la actividad productiva de la obra se vean influenciados por prioridades preventivas (Hale et al., 2007; Paramio, 2009; Ros Serrano et al., 2013; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a).

Desde el momento en que se toma la decisión de acometer una obra de construcción la prevención de riesgos laborales debe ser uno de los ejes centrales del proyecto constructivo. Esta proposición tiene una importancia capital para, desde el principio, enfrentar cualquier riesgo presente. Los trabajos en esta industria están asociados a riesgos que pueden ocasionar accidentes de

distinta escala de gravedad, incluyendo los de consecuencias mortales. Las causas de los accidentes y problemas de salud en el sector se conocen bien y casi todas pueden prevenirse (OIT, 1998).

Existe en España una extensa serie de obligaciones legales que exigen a cada obra de construcción tener unas disposiciones mínimas de seguridad y salud. Esta regulación está basada en elementos específicos tales como Estudio Básico, Estudio de Seguridad y Salud, o Plan de Seguridad y Salud, entre otros, con origen en la Directiva 92/57/CEE, de 24 de junio, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.

También es habitual la existencia de coordinación de actividades empresariales, recursos preventivos, e incluso existe regulación de la formación obligatoria complementaria con la que deben contar los trabajadores de las empresas dentro del ámbito de aplicación fijada en el vigente Convenio general del sector de la construcción (BOE, 1997; BOE, 2012; Durán López et al., 2008; Macchia, 2007; Ng & Tang, 2010; Robledo, 2013; Ros Serrano et al., 2013 Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005b; Santiago, 2010). Merece en este lugar, especial mención entre los diversos Convenios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ratificados por España el número 62 de la OIT, de 23 de junio de 1937, relativo a las prescripciones de seguridad en la industria de la edificación, ratificado por España el 12 de junio de 1958.

Parece que la legislación existente y el conocimiento de causas de accidentes en el sector está suficientemente avanzado. España es un país con una importante tradición y un elevado volumen económico vinculado a la industria de la construcción y cuenta con políticas, sistemas y regulaciones de seguridad y salud laboral específicamente diseñados para el sector de la construcción. Esto incluye, en materia de seguridad y salud laboral; leyes, organismos públicos y privados, diversos servicios, regulaciones, normas técnicas, estudios, publicaciones entre otros y, además, una amplia oferta formativa específicamente creada para la industria de la construcción (BOE, 2012; Durán López et al., 2008; González-Martín et al., 2010; Macchia,

2007; Martínez, 2007; Ng & Tang, 2010; Robledo, 2013; Ros Serrano et al., 2013; Rubio-Romero & Rubio-Gámez, 2005a; Santiago, 2010), entonces, ¿por qué la siniestralidad laboral en la industria de la construcción no muestra señales de moderación o control? ¿es posible aportar algo a la reducción de la siniestralidad con una caracterización de los accidentes de trabajo en el sector de la construcción enfocando el análisis en las diferentes fases de la obra?

En síntesis, la construcción es el sector productivo que atrae con más fuerza la atención por sus elevados números de siniestralidad y, por lo tanto, tiene en permanente interés y preocupación a la sociedad española y a sus instituciones. Es un ámbito en el que se debe investigar y descubrir mucho conocimiento en seguridad y salud laboral todavía. Por ello, se hace casi inevitable tratar de indagar y localizar los hechos que podrían ayudar a que la prevención sea menos complicada en la construcción y realizar propuestas de mejora posibles.

1.8 LA MOTIVACIÓN

La seguridad y salud laboral son relevantes en todos los sectores económicos, pero es especialmente importante para la industria de la construcción. Desde que existen datos respecto de los accidentes de trabajo ha sido un tema de especial preocupación, ya que, en base a ellos, esta industria se considera uno de los sectores laborales más peligrosos. Aunque se ha avanzado mucho en la prevención de riesgos laborales, especialmente en los países desarrollados, la industria de la construcción todavía tiene una alta siniestralidad en la mayoría de los países. De hecho, las estadísticas de incidentes, accidentes, lesiones y muertes señalan a la industria de la construcción como una de las industrias más precarias para trabajar (Dong et al., 2007; ISO, 2009; ISO, 2010).

Observando la evolución de los datos de siniestralidad laboral en el sector de la construcción parece que, a pesar de todo lo que se está ejecutando en el ámbito de la seguridad y salud laboral, aún no está siendo suficiente para erradicar esta lacra (Observatorio industrial de la construcción, 2019).

La importancia de la seguridad y salud en el trabajo de construcción no se establece por su mayor siniestralidad, sino por el hecho de que trabajar en prevención de accidentes en las obras de construcción requiere de una mayor especialización. Esto se debe por un lado a la naturaleza particular de los riesgos del trabajo del sector de la construcción, y por otro al carácter cambiante y de elevada provisionalidad en los centros de trabajo y a la conjunción de multitud de mano de obra variada (Aneziris et al., 2012; Ng & Tang, 2010; Pinto et al., 2011; Zalk et al., 2011).

Parece necesario activar sin demora mejoras en las actuaciones que se están aplicando en la actualidad e incentivar la puesta en funcionamiento de otras. No se puede dejar que siga pasando el tiempo y que los avances en la sociedad, la investigación, la producción y la tecnología sigan estando acompañados de un incremento en el número de accidentes laborales casi proporcional al incremento de facturación del sector (Fernández-Muñiz et al., 2018; INSST, 2021). Es necesario adoptar cambios cuanto antes para separar

el vínculo existente entre el aumento de los datos económicos en la construcción y el crecimiento en la siniestralidad laboral.

Existe una simultaneidad de distintos agentes implicados en las labores pertenecientes a la obra construcción: contratistas y otros empresarios, arquitectos y demás técnicos, obreros y peones, clientes y proveedores, etc., todos conectados por un singular lugar de trabajo. Todas las partes son importantes para tratar de lograr y mantener un grado aceptable de seguridad y salud en la praxis debiendo trabajar de forma conjunta y coordinada (Boix, 1999; Lozano-Díez, et al., 2019; Niskanen et al., 2012).

En muchas ocasiones se piensa en la prevención como un gasto, especialmente en el sector de la construcción, al tener que cumplir en materia de prevención no solo la normativa aplicable a todas las industrias, sino una amplia normativa específica. La prevención es realmente una inversión, quizás la mejor y más rentable (Ikpe, et al., 2012). Una inversión que permitiría eliminar o reducir el daño de la persona que sufre un accidente laboral, reducir el quebranto social en el hábitat de la persona accidentada y de la empresa y, reducir el detrimento económico que suponen la incapacidad de la persona para ejercer en su sector productivo y los daños materiales (Swuste et al., 2012). Toda investigación y conocimiento dirigido a reducir la siniestralidad debe ser saludado con expectación, aunque se encuentre en fases incipientes y aún falta de universalización. La firme convicción que motiva esta tesis es creer que las cosas pueden y se deben hacer mejor en la prevención de riesgos laborales en la obra de construcción y que esa disposición evita el deterioro de muchas vidas.

1.9 EL ESTADO DE LA CUESTIÓN

De la búsqueda y el análisis de la literatura revisada durante el desarrollo de la presente investigación, parece importante enfatizar en las investigaciones previas más destacadas y significativas sobre temas similares. Es pertinente en este punto remitirse a los estudios e investigaciones que, publicados por organismos reconocidos o en revistas científicas, permiten establecer el estado del arte o la cuestión sobre el análisis de la accidentalidad laboral poniendo especial interés en el de la industria de la construcción y, especialmente, en España. Con este objetivo se comienza con publicaciones más generalistas y de países extranjeros, para ir enfocando el estado de la cuestión al análisis de la accidentalidad en la industria de la construcción en España.

Son plurales y muy variados los estudios destinados a profundizar en el conocimiento de las causas y mecanismos de los accidentes en una variedad de sectores industriales y, en particular, en la industria de la construcción. Entre las investigaciones relacionadas con accidentes laborales no exclusivas del sector de la construcción y en el ámbito extranjero se pueden mencionar las siguientes en orden cronológico:

Jacinto y Aspinwall (2004) estudiaron los procedimientos de notificación de accidentes laborales en los países de la Unión Europea centrándose especialmente en los sistemas de presentación de informes y registro, así como en las principales características de las bases de datos nacionales que se utilizan para la producción de estadísticas oficiales. La encuesta que realizaron muestra que muchos países europeos tienen diferentes métodos y procedimientos para recopilar y compilar datos sobre accidentes laborales, lo que inevitablemente plantea problemas al comparar las estadísticas de accidentes entre los estados miembros de la Unión Europea. Uno de los aspectos principales que plantean problemas a la producción de estadísticas a nivel de la Unión está relacionado con los diferentes esquemas de clasificación y codificación que se utilizan para determinadas variables, el otro aspecto principal que plantea problemas es que algunos países no cubren todos los sectores de actividad económica. Estas dificultades se van suprimiendo a medida que avanza el esfuerzo de armonización.

Castillo-Rosa et al. (2017) efectuaron un estudio buscando identificar relaciones significativas entre los factores personales y las consecuencias de los accidentes eléctricos en el trabajo para diversos sectores de actividad. Realizaron un análisis de las relaciones de dependencia en 55 categorías clasificadas en 10 variables asociadas a los datos contenidos en los informes de accidentes de trabajo sobre 14.022 accidentes eléctricos ocurridos en España entre 2003 y 2012. Los datos incluidos en los informes de accidentes de trabajo son clasificados según la codificación de las estadísticas europeas de accidentes laborales (ESAW). Los resultados obtenidos mostraron que los tres sectores de actividad, primario, secundario y terciario se ven impactados de manera diferente por los accidentes eléctricos tanto directos y contacto indirecto. En el análisis de factores personales identificaron relaciones estadísticamente significativas entre este tipo de accidentes y el sexo, edad, experiencia, nacionalidad y ocupación de los trabajadores. Se encontró que el 85% de este tipo de accidentes se da en solo tres categorías siendo una de ellas los artesanos y trabajadores calificados en manufactura y construcción. Además, entre estos trabajadores la frecuencia es mayor en accidentes eléctricos por contacto directo.

Yang et al. (2018) reseñaron que el riesgo de desempeño de la actividad, como parte importante de la entrada a las decisiones de planificación operativa, debe reflejar explícitamente los factores críticos (parámetros críticos de seguridad) que determinan el nivel de riesgo involucrado en la actividad. Analizaron las principales teorías de accidentes que son relevantes en la fase operativa para encontrar conceptos e implicaciones clave para el análisis de riesgos del desempeño de la actividad. Su principal conclusión es que las diferentes teorías no están en conflicto, sino que se complementan para obtener la lista de los factores críticos de seguridad que cubre los factores más importantes en un sentido amplio, demostrando cómo estas teorías de la causalidad de accidentes pueden contribuir al análisis de riesgos relacionados con la actividad, como un insumo para las decisiones de planificación operativa.

Jankovský et al. (2019) analizaron los datos sobre accidentes laborales registrados en el transporte de madera de las bases de datos de la empresa forestal estatal eslovaca a lo largo del período de los años 2006-2016. Estos

registros estaban codificados según la metodología de Estadísticas Europeas de Accidentes de Trabajo (en adelante EEAT). En casos en que el modo narrativo de la lesión, la descripción verbal del agente material o la causa narrativa del accidente entraran en conflicto con la información codificada a través de la metodología EEAT, resolviendo el conflicto recodificando las variables EEAT de acuerdo con la información proporcionada en las narrativas. Concluyeron que el grupo de empleados más amenazado son aquellos con 0 a 5 años de experiencia y más de 50 años. Su análisis de regresión correlacionó con una relación moderadamente fuerte la edad de los camiones madereros y el número de accidentes y mostró que existe una relación muy fuerte entre el volumen de madera transportada, el número de empleados, y el número de accidentes.

Sarkar et al. (2020) aplicaron técnicas de aprendizaje automático en el ámbito de los accidentes laborales para predecir la gravedad de las lesiones utilizando datos tanto reactivos, el informe de investigación registrado después de que se produce el accidente / incidente, como proactivos, el informe de inspección u observaciones de seguridad. En este estudio los dos tipos de datos se recopilaron de una planta de fabricación de acero en la India. Mostrando que estadísticamente la predicción de la gravedad de la lesión es significativamente más alta si se utiliza un conjunto de datos mixto que un conjunto de datos reactivo solamente. Además, generan un conjunto de 19 reglas de decisión de seguridad nítidas utilizando Tolerance Rough Set Approach (TRSA), que puede explicar los factores responsables de los resultados de la gravedad de las lesiones, calificadas como; "Fatal", "Caso médico" y "Primeros auxilios".

Sarkar y Maiti (2020) revisaron las publicaciones que examinan la aplicación de enfoques de Machine Learning (ML) en el análisis de accidentes laborales. El proceso de recopilación de los artículos de alto valor científico se limitó mediante un proceso estructurado de cuatro fases, a saber (I) búsqueda bibliométrica, (II) análisis descriptivo, (III) análisis bibliométrico y (IV) análisis de redes de citas. A partir de esta extensa revisión, se obtuvieron varios hallazgos clave en la aplicación de enfoques ML en el análisis de accidentes laborales. Observaron una tendencia creciente en la aplicación de enfoques ML en el análisis de accidentes laborales durante el período desde 1995 hasta 2019. EE.

UU., China y Taiwán son los países / regiones líderes en la publicación de artículos. Encontraron que los cuatro dominios principales de investigación son (I) predicción de los resultados del incidente, (II) extracción de patrones basados en reglas, (III) predicción del riesgo de lesiones y (IV) predicción de la gravedad de la lesión.

Respecto a las publicaciones que han contribuido a profundizar en la relación entre la percepción de riesgo y la accidentalidad en el sector de la construcción se encuentran varias referencias que contribuyen a dar relevancia a la toma en cuenta la percepción del riesgo de accidente para avanzar en la comprensión del fenómeno.

Lu y Yan (2013) delimitaron que, debido al carácter único de los proyectos de construcción, el riesgo percibido se utiliza ampliamente para cuantificar los riesgos en la industria de la construcción. Su estudio investigó los dos tipos principales de medición del riesgo percibido que se utilizan en los proyectos de construcción: medición directa y medición basada en la utilidad esperada. Los directores de proyectos de empresas contratistas en China evalúan 15 riesgos independientes utilizando tres estrategias diferentes: medición directa, probabilidad de riesgo e impacto potencial. Las dos últimas se combinan para crear la medición esperada basada en la utilidad. Su estudio utilizó un cuestionario para investigar la percepción de riesgo de los contratistas en China. El cuestionario constaba de 15 factores de riesgo asociados con proyectos de construcción. Los 76 participantes son todos gerentes de proyectos empleados por contratistas e inscritos en un programa de capacitación a tiempo parcial en una universidad mediana en el sur de China. Todos los directores de proyectos son hombres. Además, todos los encuestados pertenecen a empresas chinas de primer nivel. Sus resultados mostraron que el orden de clasificación de riesgo obtenido de la estrategia de medición directa es significativamente diferente del obtenido de la medición basada en la utilidad esperada. Además, la primera medida es, en general, un mejor indicador predictivo de los aportes gerenciales relativos que la segunda. Sus conclusiones resaltaron que comprender cómo la percepción del riesgo afecta la evaluación del riesgo tiene el potencial de convertirse en un componente valioso de los cursos sobre estrategias de gestión

del riesgo y sobre negociaciones de asignación del riesgo y que es necesario realizar más investigaciones para confirmar las diferencias entre industrias y entre países.

Zhang et al. (2018) exponen que la seguridad y salud en el trabajo en los sitios de construcción puede verse influenciada por decisiones tomadas antes de la etapa de construcción y que no está claro si los tomadores de decisiones aguas arriba comparten percepciones de riesgo similares de seguridad y salud laboral con quienes realizan el trabajo de construcción. Su estudio exploró las percepciones de riesgo de seguridad y salud en el trabajo de arquitectos, ingenieros, gerentes de construcción y profesionales de seguridad y salud laboral utilizando la metodología Q. Se utilizaron fotografías que representan diferentes tecnologías/métodos para capturar los juicios de riesgo de seguridad y salud en el trabajo de los profesionales. Los datos utilizados para el análisis se recopilaron de 40 participantes tienen una influencia sustancial o se ven afectados sustancialmente por los riesgos de seguridad y salud laboral implícitos en la planificación de la construcción y las decisiones de diseño y que trabajan en la industria de la construcción en Australia. Estos profesionales emitieron juicios sobre la probabilidad de una lesión accidental asociada a una variedad de sistemas de construcción seleccionados, así como la gravedad de las consecuencias en caso de que ocurriera algún accidente. La similitud / diferencia dentro del grupo y la similitud / diferencia entre grupos se evaluaron utilizando puntuaciones de calificación y clasificaciones relativas para proporcionar una descripción holística. Sus resultados mostraron que el uso de un enfoque tecnológico solo para el análisis de riesgos de seguridad y salud en el trabajo es inadecuado para reflejar la complejidad de las percepciones y juicios hechos por los participantes del proyecto y que los factores sociales, psicológicos y técnicos interactúan para dar forma a juicios de riesgo subjetivos desafiando el pensamiento tradicional de gestión de riesgos, que asume que el riesgo es objetivo y fácilmente cuantificable. Sus conclusiones señalan que, en el entorno del proyecto de construcción, las estrategias de gestión de riesgos deben considerar las percepciones de riesgo de seguridad y salud de todas las partes interesadas ya que tienen impacto y pueden verse afectados la evaluación de riesgos y las decisiones relacionadas con el control.

Zhao et al. (2016) manifiestan que muchos investigadores han advertido la discordancia de las percepciones de riesgo entre las partes interesadas críticas en el trabajo de construcción seguro, sin embargo, pocos han proporcionado evidencia cuantificable que los describa. Su trabajo busca llenar ese vacío de percepción llevando a cabo un experimento que investiga las percepciones del riesgo en la construcción según las partes interesadas. Su análisis de datos confirmó la existencia de tal discordancia e indicó una tendencia en la estimación de la probabilidad de riesgo. Su experimento se basó en un procedimiento validado para manipular las percepciones de riesgo en los sistemas de construcción. Se calculó el Alfa de Cronbach para medir la confiabilidad del instrumento y otros coeficientes estadísticos para medir la concordancia intragrupo y entre grupos. Las partes interesadas con percepciones de riesgo de menor a mayor son arquitectos, contratistas, profesionales de la seguridad e ingenieros. Incluyendo estudios previos, sus resultados también sugieren que los diseñadores han mejorado sus conocimientos en seguridad en la construcción de edificios, pero en comparación con los constructores, presentan más dificultades para llegar a un consenso de percepción. Sus resultados tienen por destino ser utilizados para la gestión de riesgos y por los tomadores de decisiones para reevaluar los diferentes juicios de las partes interesadas al considerar la prevención de lesiones y la evaluación de riesgos.

Chmutina y Rose (2018) exploraron el papel del conocimiento, las percepciones y las experiencias con las medidas de reducción del riesgo de desastres entre las partes interesadas de la construcción informal basado en un estudio de caso de la ciudad de Banepa en Nepal. En el sector de la construcción en Nepal, solo el 5% de los edificios construidos se someten a un diseño y supervisión de ingeniería profesional y la mayoría de los trabajadores de la construcción empleados por contratistas registrados son contratados a través de contratos informales. La investigación se diseñó como un estudio de caso cualitativo único de la ciudad de Banepa, empleando la recolección de datos primarios y secundarios. Con el fin de comprender la conciencia de las partes interesadas de la construcción informal sobre las medidas de reducción del riesgo de desastres, se llevó a cabo un enfoque de estudio de caso. En primer

lugar, se realizó una revisión del alcance para identificar la investigación existente y los datos secundarios (incluidos los informes de las ONG, la literatura gris y las publicaciones de investigación). Se realizaron visitas a los barrios de la ciudad de Banepa y los datos fueron recopilados por investigadores nepalíes, bajo la supervisión de los autores. Sus resultados destacaron que, si bien el nivel de conciencia de los peligros y el conocimiento de la importancia de las medidas de reducción del riesgo de desastres entre las partes interesadas de la construcción informal es alto, también es importante considerar las percepciones y los desafíos organizacionales al encontrar las mejores soluciones para promover las medidas de reducción del riesgo de desastres. Todavía existe una brecha entre la transformación del conocimiento en práctica, a menudo debido a las percepciones (como la confianza, la experiencia y el género) que predominan en el sector. Sus conclusiones fijan que comprender estos problemas es importante, ya que esta situación no es exclusiva de Nepal: la rápida urbanización en muchos países en desarrollo ha llevado de manera similar a un auge en los sectores de la construcción informal y la construcción que tiene poca consideración por los códigos y regulaciones de construcción.

Man et al. (2019) señalan que la percepción del riesgo es la clave para impulsar los elevados números de accidentes y muertes en el sector de la construcción. Su estudio se planteó como objetivo satisfacer la necesidad de cuantificar la percepción efectiva del riesgo de los trabajadores de la construcción mediante el desarrollo de un instrumento psicométricamente sólido, la escala Construction Worker Risk Perception (en adelante CoWoRP), para evaluar la percepción del riesgo de los trabajadores de la construcción. Se llevaron a cabo cuatro fases de desarrollo de la escala, a saber, desarrollo de ítems, análisis de factores, evaluación de confiabilidad y evaluación de validez, con la recopilación y prueba de datos de un grupo de 469 trabajadores voluntarios de la construcción en Hong Kong. Sus resultados mostraron que la escala CoWoRP con 13 ítems tiene una confiabilidad prueba-reprueba aceptable, confiabilidad de consistencia interna, así como una validez de contenido, convergente, discriminante y de criterio. Además, se afirmó que la Escala CoWoRP tiene tres dimensiones de la percepción del riesgo del trabajador: probabilidad, gravedad, y preocupación e inseguridad. Estas tres

dimensiones de la percepción del riesgo de los trabajadores se correlacionaron negativamente con su comportamiento de toma de riesgos. Los autores esperan que la Escala CoWoRP sea un instrumento confiable y válido para medir la percepción de riesgo de los trabajadores de la construcción y que facilite los estudios de seguridad en la construcción que tomen en cuenta la percepción de riesgo de los trabajadores de la construcción incluso puede funcionar como prueba para identificar las características de los trabajadores de la construcción con mayor probabilidad de percibir un menor riesgo en situaciones laborales de riesgo.

Al Mawli et al. (2021) realizaron una exploración sobre la comprensión predominante del personal de seguridad de la construcción en Omán con respecto a un importante número de factores vinculados a las prácticas de seguridad en Omán buscando identificar las prácticas positivas y los factores desafiantes en la implementación de Zero Accident Vision (ZAV) exitosas entre las PYMES de la construcción que trabajan en Omán. El estudio se realizó mediante una encuesta en línea para identificar los desafíos que enfrentan las pymes de la construcción que trabajan en el sector del agua en Omán. La encuesta utilizada se adoptó de la Partnership for European Research in Occupational Safety and Health (PEROSH). Esta encuesta cubre once dimensiones que abarcan 73 atributos. Se analizaron ochenta y ocho respuestas. Los resultados de todas las dimensiones, excluida la dimensión del compromiso individual con la Seguridad y Salud Laboral, oscilaron entre 2,43 y 2,96 sobre 5 (escala Likert), lo que da una clara indicación de una necesidad imperiosa de mejora. La investigación encontró que el compromiso efectivo de la gestión, la capacitación en salud y seguridad, y la concientización y la comunicación continua y las actualizaciones mejorarían el clima de seguridad dentro de las PYMES de la construcción en Omán.

Terrés et al. (2013) realizaron un análisis exploratorio de los factores extrínsecos e intrínsecos que afectan la motivación de seguridad de un empleador en la industria de la construcción y su correlación con el tamaño de la empresa, el nivel de gestión y el riesgo percibido. Se realizaron una serie de entrevistas telefónicas con altos directivos y empresarios del sector de la

construcción. La selección de la muestra se realizó entre empresas constructoras radicadas en Barcelona, España. La selección de la muestra se completó utilizando empresas contactadas directamente a través de asociaciones comerciales. La muestra final incluyó 198 empresas. Sus resultados del análisis factorial exploratorio de estos datos detectó dos factores: extrínsecos (procesamiento, fiscalización, presión externa) e intrínsecos (legal, responsabilidad, implicación interna). Otro análisis mostró relaciones positivas significativas entre factores extrínsecos, nivel de manejo y riesgo percibido. También mostró una relación positiva significativa entre los factores intrínsecos y el tamaño de la empresa. Sus conclusiones justificaron que es posible desarrollar motivadores externos (asesoría de órganos de inspección, actividades sindicales, publicidad de actas de persecución, etc.) que estén dirigidos a los altos directivos y a las empresas más expuestas a riesgo y desarrollar motivadores internos mediante la introducción de calificaciones de modificación de la experiencia, contabilidad social, publicidad en los medios de comunicación y campañas de promoción, particularmente entre empresas más grandes. Sus hallazgos son útiles para adoptar programas de intervención participativa.

Rodríguez-Garzón et al. (2013) presentaron un estudio del riesgo percibido en el sector de la construcción aportando el punto de vista que tienen los trabajadores de la construcción sobre el concepto de riesgo percibido. El estudio se realizó a partir del análisis de cuestionarios de varias muestras de trabajadores de la construcción en el sur de España. Se analizaron los datos de 177 cuestionarios. Las respuestas pertenecen a todos los oficios, o sea, engloba a los diferentes trabajadores que, en general, se pueden encontrar en la construcción. Se realizaron 9 análisis de la varianza (ANOVA), siendo en todos los casos la variable independiente la variable sociodemográfica oficio y como variables dependientes, cada uno de los atributos del riesgo percibido. Sus resultados mostraron destacadamente que el trabajador percibe que su salud puede verse afectada en el largo plazo por el desempeño de su trabajo. Se comprobó que los trabajadores de estructuras perciben a los especialistas en seguridad y salud más alejados de su realidad laboral que los albañiles. Se sugirió que esto puede estar relacionado con la capacitación en salud y

seguridad de los trabajadores estructurales que es mayor que la de los albañiles. Concluyendo que cuanto más formación se recibe, menor es la confianza en el responsable de seguridad y salud de la empresa. Posteriormente, casi el mismo conjunto de autores (Rodríguez-Garzón et al., 2015) estudiaron la percepción de riesgo de los trabajadores de la construcción españoles y su relación con la variable demográfica de la formación. La muestra de estudio se analizó mediante análisis jerárquico de conglomerados y clúster. El modelo utilizado para establecer los clústeres se basa en el paradigma psicométrico. Se realizó una encuesta dirigida a operarios de la construcción en el sur de España. La muestra final con la que se realizó el estudio estuvo formada por 177 sujetos, entre los que se controló que hubiese diferentes grados de experiencia. En la muestra, el 47% fueron albañiles, el 25%, estructuritas, y el 28% restante, trabajadores de otros oficios propios del sector de la construcción. Tras analizar cada conglomerado se intentó identificar su relación con diferentes variables sociodemográficas. Sus resultados revelaron que solo la variable de formación de los trabajadores mostró una relación estadísticamente significativa con los dos grupos de análisis de conglomerados. Como resultado, la percepción de riesgo del grupo mejor capacitado fue mayor que la del grupo menos capacitado. En sus conclusiones establecen que el trabajador de la construcción percibe que su trabajo diario presenta riesgos intrínsecos que le pueden afectar. También que, con los datos sobre siniestralidad presentados, el 28% de los accidentes de una obra se producen durante la fase de estructura y solo el 10% afecta a los estructuristas, dejando en entredicho la creencia tradicional que asume que el oficio de estructurista es el de más accidentabilidad dentro del sector de la construcción.

Asimismo, se han encontrado varios estudios recientes en el sector de la construcción que intentan mejorar la gestión de la seguridad y contribuir al conocimiento de factores efectivos para esa mejora tratando temas contiguos al análisis de la accidentalidad.

Høyland et al. (2018) exploraron la existencia y en qué grado, se pueden encontrar diferentes principios de seguridad de High-Reliability Organizations (HRO) en el sector de la atención médica y la industria de la construcción en

Noruega. Se aplicó un análisis sobre el contenido sistemático de los datos de entrevistas cualitativas de dos proyectos de investigación noruegos. La presencia de los principios de seguridad de HRO explorados se encontraron en ambos sectores, donde parecen estar fuertemente vinculados a prácticas y mentalidades de seguridad no escritas e informales. También encontraron que los principios de seguridad pueden estar subordinados a otras prioridades operativas diarias e interrupciones que pueden afectar negativamente la frecuencia de eventos adversos y accidentes en todos los sectores. Esta situación podría estar relacionada con la presencia de algunos principios de seguridad sobre otros y un potencial asociado sin explotar para fortalecer los principios en todos los sectores. Se sugiere que el potencial encontrado en prácticas y mentalidades de seguridad no escritas e informales podría aprovecharse mediante la adopción expresa de principios de seguridad por parte de una organización, con el apoyo de los gerentes, cursos prácticos de seguimiento y reuniones periódicas.

Xia et al. (2018) propusieron que la gestión integrada del riesgo de construcción y de las partes interesadas es factible y puede promover la eficacia tanto de la gestión de riesgos como de la gestión de las partes interesadas. Este estudio llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre 79 documentos relevantes en el actual sector de la construcción que involucran tanto a la gestión de riesgos como a la gestión de las partes interesadas. Se identificaron cuatro modos de vinculación entre el riesgo y la gestión de las partes interesadas (I) gestión del riesgo basada en la identificación de las partes interesadas, (II) responsabilidad y capacidad de las partes interesadas internas en el proceso de GR, (III) gestión de diferencias de las partes interesadas con respecto al riesgo, y (IV) la interrelación entre gestión del riesgo y gestión de las partes interesadas y el efecto en el desempeño del proyecto. Estos vínculos y direcciones evidenciaron mejoras de la eficacia de gestión de riesgos y gestión de las partes interesadas a través de nuevas formas de pensar, analizar y posteriormente administrar los riesgos y las partes interesadas de una manera holística e integrada, en contraposición al esfuerzo tradicional en áreas individuales. Sus resultados señalaron que, en el sector de la construcción, la gestión del riesgo se ha integrado con frecuencia en los campos de la gestión de

la calidad, los costos, el cronograma y la seguridad, que los riesgos y los problemas de las partes interesadas pueden estar entrelazados justificando además que la eficacia de la gestión del riesgo y la gestión de las partes interesadas puede mejorarse mutuamente desde la perspectiva de la integración. Además, se sugirió que tanto los investigadores como los profesionales sean conscientes y encuentren enfoques para la conexión y la gestión integrada del riesgo de construcción y las partes interesadas, en lugar de simplemente gestionar el riesgo o las partes interesadas de forma aislada.

Lozano-Díez et al. (2019) llevaron a cabo un estudio para determinar el grado de implementación profesional del coordinador de seguridad y salud y su posible impacto en la accidentalidad del sector. Para ello utilizaron los datos estadísticos públicos existentes en relación con el sector a través de las Administraciones Públicas y Organismos Profesionales. El estudio cuantitativo de los datos extraídos se complementó con la creación de indicadores de referencia específicos que conectan cuatro variables fundamentales en la industria de la construcción: número de accidentes, volumen de trabajadores ocupados, unidades de edificación y puestos de coordinación de seguridad y salud. Además, se estudia la legislación que rige al coordinador de seguridad y salud en cada uno de los 28 Estados miembros de la Unión Europea. Sus resultados mostraron una alta tasa de ejecución de la figura del Coordinador de Seguridad y Salud, así como un impacto positivo con relación a la reducción de siniestralidad en el sector de la construcción. Asimismo, se consideró necesaria una actualización de los procedimientos de las distintas autoridades para hacer públicos los datos relativos al trabajo real de los coordinadores de seguridad y salud y una revisión de la legislación española relativa al Coordinador de Seguridad y Salud.

Grill y Nielsen (2019) precisaron que el liderazgo gerencial es un elemento esencial para prevenir los riesgos laborales y aumentar el desempeño en seguridad. El objetivo de su estudio fue investigar las experiencias de los administradores de sitios de construcción sobre cómo sus prácticas de liderazgo influyen en el desempeño de la seguridad con el fin de ampliar el conocimiento actual sobre la influencia del liderazgo en la seguridad ocupacional. Se aplicó la

técnica del incidente crítico en entrevistas con 37 directores de obra. La técnica de incidente crítico es un conjunto de procedimientos para recopilar observaciones directas del comportamiento humano y los autoinformes retrospectivos a través de entrevistas son el procedimiento dominante en CIT. Las entrevistas se grabaron y transcribieron textualmente. El análisis integrador resultó en el establecimiento y definición de categorías integradoras de liderazgo directo en seguridad. Después, todos los incidentes en los dos dominios de liderazgo indirecto (indirecto-positivo e indirecto-negativo) se sometieron al mismo procedimiento de análisis integrador. Los resultados proporcionaron descripciones detalladas de cómo los administradores de sitios de construcción promueven e impiden el desempeño de seguridad en el lugar de trabajo de la construcción a través de su comportamiento de liderazgo. Se descubrió que los comportamientos centrales del liderazgo que influyen positivamente en la seguridad son la planificación y la coordinación continuas, el modelo a seguir, el trabajo de supervisión y la corrección proactiva de las desviaciones. Se descubrió que el liderazgo de seguridad negativo surgía cuando los gerentes del sitio fueron sometidos a comentarios positivos para cumplir con los plazos, minimizar los costos y abstenerse de comportamientos de liderazgo impopulares. Sus conclusiones establecieron que promover el liderazgo en seguridad centrándose en los comportamientos de liderazgo asociados tanto con la productividad como con la seguridad puede ser una forma viable de aumentar el desempeño en seguridad en la industria de la construcción. También puede ser posible aumentar el liderazgo positivo en seguridad capacitando y entrenando a los gerentes de sitio en sus habilidades para asumir responsabilidades de liderazgo, comunicar expectativas claras, ejecutar evaluaciones de riesgo individuales y colectivas y ejecutar procedimientos proactivos de monitoreo y retroalimentación.

Khoshnava et al. (2020) presentan que la comprensión de la naturaleza de los comportamientos específicos de diferentes partes interesadas en la industria de la construcción, a veces contrarios a las condiciones y comportamientos de seguridad en el proceso de construcción, puede reducir el nivel de inconsistencia que refuerza el sistema de gestión de seguridad en la industria de la construcción. Para ello, presentaron una Interval-Valued

Intuitionistic Fuzzy-Improved Score Function and Weighted Divergence Based Approximation (IVIF-ISF-WDBA) para clasificar a las principales partes interesadas con deberes claros que pueden influir en los comportamientos inseguros de los trabajadores, así como en la reducción de riesgos en las decisiones finales. Los encuestados debían indicar ponderaciones adecuadas para los criterios de comportamiento inseguro de los trabajadores y asignar rangos a las partes interesadas efectivas. Se compiló una matriz de puntuación basada en un rendimiento de puntuación mejorado y una matriz de decisión de interval-valued intuitionistic fuzzy, y luego se desarrolló un modelo de programación lineal para determinar el peso de los criterios desconocidos. A continuación, realizaron análisis comparativos y de sensibilidad con diferentes métodos propuestos y diferentes conjuntos de criterios de ponderación para determinar la estabilidad del enfoque desarrollado. Sus resultados indicaron que los factores de seguridad más efectivos son el factor de clima de seguridad referido a las reglas y regulaciones de gestión de seguridad al 45%, y el factor de percepción de seguridad referido a las preferencias y comportamientos de los trabajadores relacionados con la categoría de seguridad en 25 %. También, el LP-model clasificó al cliente, al diseñador, al gerente de construcción y al contratista como los organismos autorizados que deberían realizar inspecciones exhaustivas de los factores de seguridad más efectivos, es decir, factor de clima de seguridad, factor de percepción de seguridad y factores de condición del lugar de trabajo en la fase previa a la construcción. Sin embargo, se determinó que estas prioridades pueden cambiar durante la fase de construcción entre el contratista, el gerente de construcción, el supervisor, el cliente y el diseñador. Sus conclusiones especificaron que los comportamientos inseguros de los trabajadores podrían estar vinculados a los deberes de las partes interesadas en condiciones complejas y dinámicas de la industria de la construcción.

Li et al. (2021) proponen un marco de metaaprendizaje llamado Metalnjury, que puede ayudar a los gerentes de seguridad a compartir conocimientos sobre riesgos y predecir el riesgo de lesiones relacionadas con el trabajo en varios accidentes de la industria de la construcción. Este novedoso marco de metaaprendizaje ayuda a resolver el problema de la difícil predicción de riesgos causado por la falta de registros de datos específicos de accidentes

de construcción. Enfrentando datos de muestra pequeños de un nuevo tipo de accidente hasta encontrar el tipo de accidente más similar y el algoritmo recomendado que permita a los gerentes de seguridad compartir los factores de riesgo de accidentes importantes y las reglas de evaluación de accidentes para lograr una gestión de riesgos eficaz. Además, el algoritmo de predicción de accidentes recomendado puede predecir consecuencias específicas de accidentes de muestras pequeñas.

Enfocadas en el análisis de los informes que describen accidentes como método para identificar y comprender los factores de riesgo de seguridad de la construcción, sus relaciones y sus dependencias, encontrando y divulgando los hallazgos que puedan convertirse en parte del conocimiento que haga avanzar la gestión de la seguridad en el futuro se pueden encontrar, fuera de España, publicaciones como las siguientes:

Chi et al. (2005) desarrollaron un sistema de codificación para facilitar la categorización de las caídas fatales en términos de la causa de la caída, la ubicación de la caída, los factores individuales y el tamaño de la empresa, con el fin de determinar la importancia de los factores contribuyentes y derivar estrategias de protección efectivas. Se codificaron un total de 621 caídas mortales relacionadas con el trabajo en la industria de la construcción que ocurrieron durante 1994-1997 según el esquema de clasificación. Los escenarios de accidentes se derivaron de los informes de accidentes extraídos de informes de casos publicados por el Consejo de Asuntos Laborales de Taiwán. Los factores individuales incluyeron la edad, el sexo, la experiencia y el uso de equipo de protección personal (EPP). Se calcularon las *standardized mortality ratios* (SMR) para cada grupo estratificado de género, edad y tamaño de la empresa. El análisis de los coeficientes V y Phi de Cramer, basado en Chi-cuadrado, se utilizaron para examinar la relación entre factores. Se encontraron vínculos significativos entre las causas de las caídas y los eventos de accidentes. Las caídas desde el andamiaje se asociaron con la falta de andamios compatibles y la acción corporal. Las caídas a través de las aberturas existentes en el piso se asociaron con aberturas sin vigilancia, protecciones inapropiadas o la eliminación de protecciones. Las caídas de vigas de edificios u otro acero

estructural se asociaron con acciones corporales y el uso inadecuado de EPP. Las caídas desde los bordes del techo se asociaron con acciones corporales y ser derribadas por un polipasto, un objeto o una herramienta. Las caídas a través de las superficies del techo se asociaron con la falta de andamios compatibles. Las caídas de escaleras se asociaron con un esfuerzo excesivo y un control inusual y el uso de escaleras y herramientas inseguras. Las caídas por escaleras o escalones se asociaron con aberturas sin vigilancia. Las caídas al saltar a un piso inferior y las caídas a través de las aberturas del techo existentes se asociaron con malas prácticas de trabajo.

Haslam et al. (2005) reunieron los hallazgos de investigaciones previas de grupos focales y realizaron estudios sobre 100 accidentes de construcción en Gran Bretaña. La investigación utilizó una combinación de grupo focal e investigación de estudios de accidentes. Se llevaron a cabo siete grupos focales al comienzo del proyecto, con una amplia gama de partes interesadas de la industria, para abordar temas para su atención posterior. Sus estudios de accidentes recopilaron información cualitativa sobre las circunstancias de cada incidente y las influencias causales involucradas, entrevistas con el personal involucrado en el accidente y su supervisor o gerente, inspección del lugar del accidente y revisión de la documentación apropiada. Los temas relevantes de las investigaciones del sitio fueron seguidos luego con las partes interesadas fuera del sitio, incluidos diseñadores, fabricantes y proveedores. Se reunieron los hallazgos de los grupos focales y los estudios de accidentes y se propuso un modelo que sugiere una jerarquía de influencias causales en los accidentes de construcción que reconoce las operaciones de construcción del sistema sociotécnico adaptativo presentes. Los factores clave en los accidentes fueron: problemas derivados de los trabajadores o del equipo de trabajo (70% de los accidentes), problemas en el lugar de trabajo (49%), fallas en el equipo (incluido el equipo de protección personal) (56%), problemas de idoneidad y estado de los materiales (27%), y deficiencias en la gestión de riesgos (84%). Empleando un enfoque de sistemas ergonómicos, se propuso un modelo que indica la forma en que los factores gerenciales, de diseño y culturales originarios configuran las circunstancias que se encuentran en el lugar de trabajo, dando lugar a los actos y condiciones que, a su vez, conducen a los accidentes. Se argumentó que será

necesario prestar atención a las influencias originarias para lograr una mejora sostenida en la seguridad de la construcción. Sus conclusiones remarcaron que, en la actualidad, una gran mayoría de quienes trabajan en la construcción en Gran Bretaña, tanto dentro como fuera del lugar de trabajo de la construcción, tienen solo una apreciación superficial de las consideraciones de salud y seguridad.

Cameron et al. (2008) investigaron los registros de accidentes de construcción graves y mortales en Escocia y Gran Bretaña para el período 1997-2002, y cualquier problema subyacente que pueda estar relacionado con las tasas de accidentes aparentemente más altas en Escocia que en Gran Bretaña. Se analizó una muestra estadísticamente válida de accidentes graves y mortales investigados para los trabajadores del sector de la construcción en Escocia y una muestra comparativa del resto de Gran Bretaña. Los datos sobre lesiones fueron recopilados de acuerdo con el Reporting of Injuries Disease and Dangerous Occurrences Regulations (RIDDOR) y se extraen de la base de datos del UK Health and Safety Executive (HSE). Los datos de RIDDOR (accidentes) se combinaron con los datos de la Labour Force Survey (LFS) para permitir la comparación de las tasas de accidentes. El análisis mostró muy claramente que hay proporcionalmente más trabajadores manuales en la construcción escocesa que en el resto de Gran Bretaña. Este factor explicaba prácticamente toda la diferencia. Un análisis más detallado mostró diferencias entre ocupaciones manuales específicas, con algunas mejores y otras peores en Escocia, equilibrando así las tasas generales. El uso de andamios y albañiles se identificó como áreas problemáticas en Escocia.

Ale et al. (2008) han participado en Países Bajos en un proyecto de investigación para construir un modelo causal para el riesgo ocupacional. Este modelo debería proporcionar información cuantitativa sobre las causas y consecuencias de los accidentes laborales. Uno de los componentes del modelo es una herramienta para clasificar y analizar sistemáticamente informes de accidentes pasados, esta herramienta es "Storybuilder". En este estudio, Storybuilder se utilizó para analizar las causas de accidentes reportados en la base de datos de la Inspección de Trabajo holandesa que involucran a personas

que trabajan en la industria de la construcción. En total, se notificaron 22.892 accidentes entre el 1 de enero de 1998 y el 4 de marzo de 2004. De estos casos notificados, se seleccionaron 12.655. Finalmente, se analizaron 9082 casos en Storybuilder. Cada accidente estaba codificado según el tipo de accidente resultando en 36 tipos de accidentes / modelos de riesgo. Utilizando los accidentes de construcción durante los 6 años 1998-2003 los tipos de accidente más frecuente (tipos bow-tie) con puntajes más altos son: caída desde una altura desde un techo o hasta un nivel inferior desde o a través de un piso, o desde una plataforma es la categoría más grande, seguida por la caída / colapso de objetos, caída de una escalera de altura, caída de un andamio de altura y contacto con partes móviles de una máquina fija. El sector de construcción de construcciones completas o partes de las mismas es el principal sector con accidentes mortales de trabajadores de la construcción en los Países Bajos. La evaluación de fallas en la gestión sugiere que el problema es motivacional, con una falta de atención a los peligros y procedimientos insuficientes para implementar las medidas de prevención, lo que parece ser común en toda la industria de la construcción, al menos en los tipos de accidente con mejor puntuación (tipos bow-tie). Se extrajeron conclusiones sobre medidas para reducir la probabilidad de accidentes. Algunas de estas conclusiones son contrarias a las creencias comunes en la industria de la construcción.

Im et al. (2009) exploraron las características de las lesiones laborales mortales en la industria de la construcción de Corea y compararon las causas en diversas ocupaciones dentro de esa industria. El estudio calculó el riesgo de mortalidad por lesiones en las industrias de la construcción y no relacionadas con la construcción y se compararon sus causas. Los datos fueron proporcionados por el Servicio de Compensación y Bienestar de los Trabajadores de Corea sobre los beneficios del seguro por lesiones ocupacionales. Tanto en la industria de la construcción como en la no construcción se probaron las diferencias en la distribución de la edad, el sexo y el tamaño de la empresa utilizando un método de chi-cuadrado. Además, se realizó un análisis de regresión logística multivariable ajustado por edad y sexo, primero para comparar las causas en la industria de la construcción con las causas en las industrias distintas de la construcción, y luego en varias

ocupaciones dentro de la industria de la construcción. Sus resultados mostraron que el número de víctimas de lesiones ocupacionales mortales en la industria de la construcción fue 4333 (42,2% del total de lesiones ocupacionales mortales), y el riesgo de mortalidad a 1 año fue mayor (23,7 / 100.000 personas) que en las industrias distintas a la de la construcción (10,4). Las caídas fueron la causa más frecuente (52,7%) de lesiones mortales. Además, las muertes por colapso estructural y descargas eléctricas fueron significativamente más altas que en otras industrias. La investigación sobre la distribución de los factores causales en diversas ocupaciones dentro de la industria de la construcción arrojó que algunos factores aparecieron con mayor frecuencia en ciertas ocupaciones que en otras. Sus resultados mostraron que la caída desde una altura era una ocurrencia significativamente frecuente para pintores, montadores de andamios y yeseros mientras que la descarga eléctrica fue un riesgo significativo para los trabajadores de equipos eléctricos, y el colapso de la estructura fue significativo para los fontaneros/instaladores de tuberías y los montadores de maquinaria de construcción, operadores y oficiales. En sus conclusiones destaca que, dado que la industria de la construcción abarca una gran proporción de lesiones ocupacionales, una reducción en esta industria por sí sola contribuirá sustancialmente a una reducción general de las lesiones ocupacionales en Corea.

Cheng, Leu, Lin y Fan (2010), investigaron los factores característicos responsables de la ocurrencia de accidentes laborales para las pequeñas empresas de construcción en Taiwán, utilizando metodologías de estadística descriptiva, análisis de coeficientes de correlación y ANOVA. Los datos de accidentes laborales y antecedentes de la empresa relacionados utilizados fueron recopilados del Consejo de Asuntos Laborales del Gobierno Central de Taiwán entre los años 2000 y 2007. Los criterios de clasificación empleados fueron propuestos por la agencia del Gobierno Central de Taiwán, que clasifica los accidentes laborales en términos de la naturaleza de la lesión, el tipo de accidente y la fuente de la lesión mediante la adopción de las normas del esquema de clasificación de accidentes de las normas del American National Standards Institute (ANSI). A partir de sus resultados, se encontró que los factores que influyen en el desarrollo de accidentes laborales para las pequeñas

empresas de construcción incluyen las habilidades de gestión de la salud y la seguridad, los valores de los empleadores sobre las prácticas de salud y seguridad, y el grado de cumplimiento de las leyes y reglamentos de seguridad laboral. Los resultados también indicaron que los accidentes laborales tienden a ocurrir (I) durante el primer día del trabajador en el lugar de trabajo, (II) cuando el proyecto de construcción tiene una gestión de seguridad y salud excesivamente baja, (III) cuando el empleador no proporcionó equipos de protección personal a los trabajadores, (IV) cuando el equipo de protección personal no se usó correctamente, y (V) cuando los trabajadores no adoptaron las salvaguardias o ignoraron las señales de advertencia de peligro en el lugar de trabajo. Entre sus conclusiones destaca que, para reducir la tasa general de accidentes laborales en la industria de la construcción, es importante implementar las prácticas de salud y seguridad notificadas y la capacitación de manera efectiva para garantizar que todos los trabajadores reconozcan y sigan estos requisitos reglamentarios cuando trabajen.

Cheng, Leu y Lin (2010) detallaron que, aunque se pueden utilizar técnicas estadísticas para inferir relaciones de causa y efecto entre los factores que componen los modelos de incidencia de accidentes laborales en la industria de la construcción, la gran cantidad de factores involucrados y la complejidad de las relaciones entre ellos dificultan que los gerentes identifiquen los peligros potenciales en los proyectos de construcción y, por lo tanto, desarrollen procedimientos de seguridad efectivos. Su estudio abordó este problema utilizando el método de regla de asociación para la extracción de datos realizando un análisis de 1347 accidentes en la industria de la construcción registrados en la base de datos de accidentes laborales del Consejo de Asuntos Laborales (Executive Yuan, Taiwan) durante el período 2000-2007. Los accidentes laborales se clasificaron en categorías de acuerdo con las reglas de clasificación de accidentes del American National Standards Institute (ANSI). Luego se utilizó una tabla de contingencia para establecer la distribución de estas categorías. Posteriormente, análisis del coeficiente de correlación, y selección de los principales factores mediante procesamiento analítico en línea. Sus resultados mostraron que los accidentes laborales en la industria de la construcción tienden a ocurrir cuando existen ciertas combinaciones de peligros,

especialmente al trabajar en lugares altos sin medidas de protección, pérdida del equilibrio cuando está en movimiento, falta de uso de equipo de protección, experiencia insuficiente y contacto perjudicial con estructuras inestables. Estos peligros son especialmente evidentes en pequeñas empresas con menos de 10 personas. Sus resultados han demostrado que tanto los trabajadores como la dirección tenían una conciencia insuficiente sobre los problemas de seguridad y los peligros potenciales. Sus conclusiones establecieron que la mayoría de los accidentes se debían a una combinación de: (I) la incapacidad de la gerencia para implementar las medidas de seguridad adecuadas para proteger a los trabajadores contra los peligros potenciales en el ambiente de trabajo; y (II) los numerosos actos inseguros cometidos por los propios trabajadores. Su principal conclusión es que las lesiones laborales se pueden prevenir porque la mayoría de los accidentes laborales se deben a la negligencia de los trabajadores y / o la dirección y que debería establecerse y analizarse una base de datos completa de accidentes laborales para optimizar los procedimientos de seguridad en todos los lugares de trabajo de la construcción. Algún tiempo después y casi el mismo conjunto de autores (Cheng et al., 2012) señalaron que la investigación de accidentes de construcción implica la ordenación, clasificación y codificación sistemáticas de bases de datos integrales de lesiones y muertes. Su estudio exploró las causas y la distribución de los accidentes laborales en la industria de la construcción de Taiwán mediante el análisis de una base de datos utilizando el método de extracción de datos conocido como Classification and Regression Tree (CART) buscando establecer posibles relaciones de causa y efecto con respecto a los accidentes laborales graves en la industria. Para ello, realizó un análisis de 1542 accidentes en la industria de la construcción registrados en la base de datos de accidentes laborales del Consejo de Asuntos Laborales (Executive Yuan, Taiwan) durante el período 2000-2009. Los accidentes laborales se clasificaron en categorías de acuerdo con las reglas de clasificación de accidentes del American National Standards Institute (ANSI). Posteriormente se utilizaron estadísticas descriptivas para obtener una comprensión general de las lesiones ocupacionales graves en la industria de la construcción en Taiwán. Luego se utilizó la prueba de Chi-cuadrado y el estadístico de Cramer (V_c) para analizar la asociación entre factores. Paralelamente, se utilizó el método de

procesamiento analítico en línea (OLAP) para revelar la distribución de los datos y así proporcionar los coeficientes de correlación de atributos importantes. Sus resultados mostraron que las reglas de ocurrencia de caídas y derrumbes en las industrias de construcción de proyectos públicos y privados sirven como factores clave para predecir la ocurrencia de lesiones ocupacionales. También que, los factores asociados con los accidentes laborales incluyen la fuente de la lesión, la jurisdicción del proyecto, las condiciones inseguras, la ubicación del accidente, los actos inseguros, el tipo de proyecto y el tamaño de la empresa y los factores asociados con la jurisdicción del proyecto incluyen el tipo de proyecto, el tipo de accidente, el monto del contrato del proyecto, los actos inseguros, las condiciones inseguras y el tamaño de la empresa. Sus resultados sobre reglas de ocurrencia en la industria de la construcción probaron que existen dos circunstancias que comúnmente conducen a caídas / vuelcos en proyectos públicos: (I) en proyectos de construcción de edificios que ascienden entre 5 millones y 50 millones de nuevos dólares taiwanés (NTD) y (II) cuando el trabajo involucró la fuente de lesiones, la estructura y las instalaciones de construcción, y cuando los empleadores no proporcionaron equipo de protección personal. Por otro lado, probaron que hay tres situaciones que comúnmente conducen a colapsos en proyectos públicos: (I) los colapsos son más comunes en proyectos de construcción de edificios que ascienden a menos de 5 millones de NTD; (II) cuando el trabajo involucró la fuente de lesiones, la estructura y las instalaciones de construcción, y cuando los trabajadores no usaron equipo de protección o ignoraron las señales de advertencia de peligro; y (III) en empresas de 30 a 99 personas que trabajan en proyectos de entre 50 y 250 millones de NTD. Las reglas de ocurrencia también indicaron que las caídas eran más comunes en proyectos privados en dos situaciones: (I) en empresas de menos de diez personas que trabajan en proyectos de construcción de edificios por debajo de los 5 millones de NTD y (II) los empleadores no proporcionaron equipo de protección personal a los trabajadores que realizaban trabajos de limpieza, preparación del trabajo o reparación del lugar en escaleras, plataformas o elementos de acero estructural. Además, para evitar colapsos en los proyectos públicos, los administradores deben reconocer los siguientes factores combinados: tipo de construcción (proyectos de construcción de edificios) y

monto del contrato del proyecto (menos de 5 millones de NTD); fuente de lesión (estructura e instalaciones de construcción), condiciones inseguras (métodos o procedimientos inseguros) y comportamiento inseguro (no usar equipo de protección o ignorar las señales de advertencia de peligro); o monto del contrato del proyecto (NTD 50 millones a 250 millones), tipo de proyecto (proyectos de carreteras y puentes) y tamaño del contratista (30-99 trabajadores). Sus conclusiones mostraron que la contingencia de factores que conducen a lesiones y la combinación de estos factores pueden usarse como una referencia importante para evitar que ocurran tales accidentes.

Hinze y Teizer (2011) realizaron investigaciones que aislaron accidentes mortales en las que la visión o la falta de buena visibilidad fue el factor principal o la causa contribuyente. Su objetivo fue examinar los detalles que rodean estas muertes para descubrir cuáles son los factores contribuyentes e identificar los agentes que comprometieron la visibilidad. En su estudio identificó 659 accidentes fatales de un conjunto de datos de 13511 casos investigados en la industria de la construcción de los Estados Unidos por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) La información estaba contenida en los resúmenes de la investigación de accidentes de construcción que resultaron de las deficiencias relacionadas con la visibilidad. Se descubrió que 659 o el 5% de todas las muertes en la construcción en EE. UU. entre 1990 y 2007 están relacionadas con la visibilidad y que los puntos ciegos, las obstrucciones y las condiciones de iluminación eran los factores más comunes que contribuían a las muertes relacionadas con la visión.

Memarian y Mitropoulos (2013) analizaron 141 incidentes registrables que ocurrieron durante un período de tres años (2007-2009) en una gran empresa de albañilería de Estados Unidos buscando identificar las actividades de albañilería con alta frecuencia y gravedad de incidentes y lesiones, identificar los eventos que causan los frecuentes y severos incidentes de albañilería, e identificar y analizar las incidencias de los diferentes puestos (roles) de los trabajadores en cuadrillas de albañilería, es decir, capataces, albañiles, obreros y operadores de montacargas. Sus hallazgos identifican primero la contribución de las diferentes actividades de albañilería a diferentes tipos de incidentes de seguridad. Tres

actividades: montaje y desmontaje de andamios, colocación de bloques y manipulación de materiales son responsables de la mayoría de los incidentes y en consecuencias en términos de días perdidos de trabajo y días con tareas modificadas. Los trabajadores de las cuadrillas de albañilería (obreros) tenían tasas de incidentes significativamente más altas que los albañiles. La proporción de albañiles por obreros suele ser de 2:1, pero la proporción de sus incidentes es de 1,17: 1. Se identificaron dos nuevas áreas prioritarias para la reducción de accidentes en la construcción de mampostería: mejorar el proceso de montaje y desmontaje de andamios y centrarse en la reducción de incidentes laborales. Se mostró que el análisis de incidentes por actividades de producción y posición del personal es una forma eficaz de identificar las operaciones y los grupos de trabajadores que deben ser objeto de mejora. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente que el mecanismo de notificación de incidentes de los contratistas capture esa información.

Hale et al. (2012) utilizaron un estudio de una pequeña muestra de accidentes fatales en la construcción para poner a prueba un método de análisis potencial para la Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido. La información sobre los detalles de las 211 muertes en la construcción notificadas a HSE entre 2006 y 2008 se tomó literalmente de la base de datos de notificaciones iniciales que tiene la División de Construcción de HSE. Se tomó la decisión de concentrarse en los tipos de accidentes más frecuentes (caídas, choques de vehículos, choques de objetos, electricidad, colapso y "otros"), que en conjunto representaron el 88% de las 211 muertes. No se logró el objetivo de examinar una muestra amplia de accidentes, lo más representativa posible. Como método para obtener información en profundidad y para el análisis de accidentes se utilizó el Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). Este método se basa en una entrevista estructurada con un experto en la materia ideal para aprovechar el conocimiento y la experiencia de los inspectores de HSE que habían investigado cada caso. Sus resultados mostraron una concentración de factores subyacentes asociados con deficiencias en la planificación y evaluación de riesgos, garantía de competencia, diseño de hardware, compra e instalación y estrategia de contratación. Sus conclusiones recalcaron que cualitativamente existen patrones fuertes y

repetidos de causas subyacentes emergentes que brindan conocimientos nuevos y valiosos, revelando información importante sobre cada uno de los casos. Los hallazgos juntos han resaltado temas repetidos en los que se pueden enfocar los controles de riesgo mejorados.

Sousa et al. (2014) revisaron las principales líneas de investigación y las principales contribuciones en el campo de la seguridad y salud en el trabajo en la industria de la construcción. La revisión cubrió la investigación en seguridad y salud en el trabajo, organizada en estudios de comprensión de accidentes, estudios de análisis de accidentes y estudios de modelización de accidentes, y gestión de riesgos de seguridad y salud en el trabajo, en particular criterios y límites de riesgo. La revisión reveló la necesidad de una metodología para cuantificar los riesgos de seguridad y salud ocupacional en proyectos de construcción. Los mismos autores (Sousa et al., 2015) propusieron, haciendo uso del conocimiento previo y las iniciativas existentes revisadas en el artículo anterior para proponer y detallar el Occupational Safety and Health Potential Risk Model (OSH-PRM) tratando de ayudar en la evaluación del costo-beneficio de las opciones de mitigación de riesgos de salud y seguridad ocupacional disponibles para su implementación en proyectos de construcción. El Occupational Safety and Health Potential Risk Model fue desarrollado en esa perspectiva y enfocándose en la etapa de ejecución de los proyectos de construcción. Sin embargo, su aplicabilidad se puede expandir fácilmente a la etapa de diseño.

Abdat et al. (2014) han desarrollado un enfoque probabilístico para extraer escenarios graves recurrentes desde los textos narrativos de accidentes laborales con perturbación del movimiento (Occupational Accident with Movement Disturbance -OAMD-) dentro de un marco de prevención. Se extrajeron datos relevantes de 143 informes de la base de datos anónima EPICEA de Francia y se codificaron inicialmente como combinaciones lógicas de factores genéricos de accidentes. Se registraron sistemáticamente de cada texto dos factores genéricos, que describen la alteración del movimiento de la víctima durante la tarea y el evento que causó la lesión; estos serían sistemáticamente parte de la combinación de factores genéricos que describen el accidente en

cuestión. A continuación, se construyó un modelo basado en la red Bayesiana (BN) para los OAMD utilizando estos datos y el conocimiento de los expertos. Posteriormente, se realizó un proceso de agrupación de datos y finalmente, se evaluó la explicación más probable (Most Probable Explanation - MPE) y se identificó como el escenario recurrente asociado para cada clase. Con este enfoque, se extrajeron 8 escenarios para describir 143 OAMD en los sectores de la construcción y la metalurgia. Solo un escenario consolidado contiene una conjunción de dos factores genéricos, aunque se produjeron conjunciones de al menos dos factores genéricos en 42 de los 143 OAMD justo antes de la perturbación del movimiento. Las combinaciones probables de factores genéricos proporcionan una representación justa de OAMD particularmente serios, como se describe en los textos narrativos.

Chinda (2015) examinó la importancia de los factores clave de seguridad en la construcción utilizando el Analysis Hierarchy Process para mejorar el estándar de seguridad. El Analysis Hierarchy Process es un proceso para clasificar el nivel de decisión, que se basa en una comparación por pares para investigar diferentes alternativas en la pregunta para obtener la respuesta más efectiva, o sea, la mejor alternativa. Se realizaron entrevistas con expertos en la industria de la construcción para recopilar datos para el análisis. Seis entrevistados proporcionaron datos útiles para el análisis. Sus resultados revelaron que el factor “política” (la alta dirección debe establecer claramente la política de seguridad y comprometerse a mejorar el desempeño en materia de salud y seguridad) como el factor más importante para mejorar el estándar de seguridad. También que la ley y la política de seguridad de la empresa son cruciales para el éxito de un programa de implementación de seguridad. El plan de implementación debe ser práctico e incluir las regulaciones establecidas en las normas internacionales de seguridad. Sus conclusiones apuntan a que Tailandia, debe centrarse en mejorar el estándar de seguridad en la construcción para elevar el estándar de las empresas y poder competir internacionalmente.

Kemei y Nyerere (2016) realizaron un estudio para identificar los accidentes comunes en las obras de construcción y examinar las características de los trabajadores lesionados y fallecidos y evaluar los factores que causan

estos accidentes en Nairobi, Kenia. La investigación se limitó a la seguridad en los sitios de construcción de edificios, tanto del sector privado como de proyectos gubernamentales y examinó datos de la Dirección de Seguridad y Salud Ocupacional de Nairobi entre 2010 y 2014. La fuente de datos del estudio fueron los datos registrados en el formulario de accidentes/enfermedades ocupacionales del empleado de todos los accidentes notificados en la oficina de Directorate of Occupational safety and Health y también utilizó cuestionarios in situ que se administraron a 60 contratistas en 9 regiones administrativas de Nairobi. Se trabajó sobre 41 cuestionarios devueltos. Los accidentes se clasificaron por edad de los trabajadores, hora y mes del accidente, lugar del accidente, causas del accidente y factores de gestión que influyeron en el accidente. El estudio determinó además la importancia relativa de veinticinco factores identificados que contribuyen significativamente a los accidentes en el lugar de trabajo de la construcción. El estudio estableció que el 65% de todos los accidentes notificados ocurrieron en trabajadores menores de 37 años. Los accidentes alcanzaron su punto máximo entre las 10-11 a.m. y las 3-4 p.m. y durante los meses de junio y julio. El estudio determinó que la mayoría de las lesiones en el sitio de construcción se debieron a que los trabajadores cayeron de las alturas (37%), fueron golpeados por objetos que cayeron (28%) y los accidentes ocurrieron como resultado de los trabajadores que operan el equipo (20%). Los cinco principales peligros identificados fueron: (I) renuencia a proporcionar recursos para la seguridad (0,820); (II) falta de formación del personal (0,814); (III) falta de una política de seguridad y cumplimiento de las normas de seguridad (0,795); (IV) escasa conciencia de seguridad entre los trabajadores (0,766); y (V) falta de estrictos procedimientos operativos (0,756) en los sitios de construcción. El estudio concluyó que, para mejorar la seguridad en la industria de la construcción, cada empresa debe tener una política de salud y seguridad que se implementará en cada contrato. Además, las empresas de construcción deben proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal (EPP) necesario, como cinturones de seguridad, cinturones de retención, cuerdas de seguridad y arneses de seguridad, y redes de seguridad para evitar que los trabajadores sean golpeados por materiales que caen y para asegurarlos contra cayendo de las alturas.

Tixier et al. (2016) divulgaron que, en los Estados Unidos, los trabajadores de la construcción tienen más probabilidades de sufrir lesiones en el trabajo que los trabajadores de cualquier otra industria, se ha desacelerado las mejoras de seguridad en la última década y los programas de seguridad tradicionales han alcanzado la saturación. Los autores pusieron a prueba la propuesta de que el análisis manual del contenido de los informes de lesiones puede eliminarse mediante el procesamiento del lenguaje natural. Sus resultados indicaron que el sistema de procesamiento del lenguaje natural es capaz de escanear rápida y automáticamente informes de lesiones no estructuradas que ocurren naturalmente en busca de 101 atributos relevantes, válidos y cuidadosamente definidos (80 precursores, 7 tipos de lesiones, 9 fuentes de energía y 5 partes del cuerpo) y ofrecer resultados con más del 95% de precisión. El sistema de procesamiento del lenguaje natural probado capacita a cualquier organización para obtener rápidamente un conjunto de resultados y atributos estructurados grandes y altamente confiables de sus bases de datos de informes de accidentes no estructurados para mejorar la gestión de la seguridad.

Pietilä et al. (2018) estudiaron las características de los accidentes laborales recurrentes utilizando un conjunto de datos de una compañía de seguros finlandesa que proporciona seguros de accidentes laborales obligatorios para las empresas y que incluía a 21.580 sujetos que tenían al menos dos accidentes laborales compensados con el mismo proceso de trabajo. Los accidentes laborales se describieron siguiendo la metodología europea de seguridad en el trabajo (ESAW). Sus resultados pusieron de manifiesto que el proceso de trabajo y las características del primer accidente afectaron la reincidencia. Además, los últimos accidentes fueron más graves que los primeros. En promedio, se perdieron dos veces más días en el segundo que en el primer accidente. Su estudio concluyó que la importante reincidencia de accidentes laborales enfatiza la importancia de evaluar las políticas de prevención después de cada accidente.

Zhang et al. (2019) aplicaron técnicas de minería de textos y procesos de lenguaje natural para analizar los informes de accidentes de construcción buscando reducir el tiempo y trabajo necesarios para la clasificación manual de

informes de accidentes y la investigación de objetos peligrosos involucrados en accidentes. Se propusieron cinco modelos de línea base y un modelo de conjunto para clasificar las causas de los accidentes en la construcción. Los resultados del experimento mostraron que el modelo de conjunto optimizado supera a los modelos de reposo considerados en este estudio. Además, se propuso un enfoque de fragmentación sin supervisión para extraer los objetos comunes que causan los accidentes según las reglas gramaticales identificadas en los informes. Las tareas intensivas en mano de obra mencionadas antes se automatizan eficazmente mediante los enfoques propuestos. Al mismo tiempo, los enfoques propuestos apoyan la cultura informada y desempeñan un papel importante en la mejora del sistema de información de seguridad.

Choi et al. (2019) compararon el perfil de lesiones laborales fatales en la industria de la construcción en tres países EE. UU., Corea del Sur y China de 2011 a 2015, con el objetivo de comprender las similitudes y diferencias específicas de cada país en los riesgos de muerte de la industria de la construcción. Los datos de su estudio sobre lesiones mortales ocupacionales se obtuvieron de varios recursos públicos y se analizaron con análisis estadísticos como el análisis de regresión de Poisson para examinar las tendencias temporales de las muertes. Para facilitar la comparación directa entre países de las clasificaciones de tipos de accidentes, se recodificaron algunas categorías de accidentes y se colapsaron otras categorías. Sus resultados mostraron que la industria de la construcción en los tres países tenía un perfil de lesiones laborales fatales constantemente alto y los tipos de accidentes más comunes eran "caída de un nivel más alto" y "golpeado por". China registró el número promedio más alto de lesiones laborales fatales en construcción, seguido por los EE. UU. y Corea del Sur. Sin embargo, fue Corea del Sur tuvo la tasa de mortalidad promedio más alta, seguida por EE. UU. y China. Además, la regresión de Poisson indicó que el número de lesiones laborales fatales de los EE. UU. aumentó en tasa anual, mientras que en China y Corea del Sur disminuyó. Sus hallazgos deben interpretarse con precaución debido a la probable falta de notificación de lesiones laborales fatales y las diferencias en los sistemas de vigilancia.

Zhang et al. (2019) han buscado comprender claramente los accidentes de construcción para prevenir un aumento de accidentes y muertes en la construcción en China. Se eligió y analizó un accidente de construcción típico usando cuatro modelos de causalidad de accidentes contemporáneos populares. Posteriormente evaluaron la aplicabilidad de los modelos a los accidentes de construcción, incluida su usabilidad, confiabilidad y validez. Sus resultados mostraron que el modelo STAMP abordó cómo la complejidad dentro del sistema de accidentes influyó en el desarrollo del accidente, y los resultados de este modelo aclararon las responsabilidades del accidente. AcciMap describió la falla de todo el sistema, la trayectoria de todo el accidente y la relación entre ellos. AcciMap demostró que el accidente fue un proceso de desarrollo dinámico. Sobre el método HFACS se dedujo que su naturaleza taxonómica es una característica importante que le confiere una alta confiabilidad. En el accidente revisado, el colapso de una estructura de acero en una obra de construcción, encontraron que la mala gestión fue un factor crítico en lugar de un factor individual en el accidente. El Modelo 2-4 proporcionó las causas detalladas del accidente y estableció la relación entre las causas del accidente, el sistema de gestión de la seguridad y la cultura de la seguridad recomendando este modelo para futuros esfuerzos de análisis de accidentes de construcción en China.

Kang y Ryu (2019) analizaron los datos de accidentes en las obras de construcción, deduciendo los diversos factores que afectan a los tipos de accidentes laborales en Corea y construyeron un modelo para clasificar y predecir los tipos de accidentes laborales utilizando un Random Forest (RF). Extrajeron factores importantes que afectan a los tipos de accidentes laborales en los sitios de construcción utilizando características importantes, y analizaron la relación entre estos factores y los tipos de accidentes laborales. El modelo que relaciona los accidentes de construcción y los datos meteorológicos mostró una precisión de predicción del 71%. Sobre la base de las características importantes derivadas del modelo, se dedujeron los factores de seguridad críticos que afectan las caídas de altura, la colisión de objetos, el vuelco y la caída de objetos.

Na et al. (2021) indicaron que el análisis de los informes de descripción de accidentes ayuda a identificar los factores de riesgo de seguridad típicos de

la construcción, que luego se convierten en parte del conocimiento del dominio para guiar la gestión de la seguridad en el futuro. Desarrollaron un enfoque mejorado para identificar factores de riesgo de seguridad a partir de un volumen de informes de accidentes de construcción utilizando tecnología de minería de texto (TM). Realizó un estudio de caso de proyectos de construcción de metro en China del que extrajo una lista de 37 factores de riesgo de seguridad de 221 informes de accidentes de construcción de metro, identificados los factores de riesgo de seguridad que pueden reflejar de manera integral los riesgos críticos que enfrentaron los proyectos de construcción del metro en China.

Suh (2021) identificó los patrones sectoriales del proceso de accidentes para presentar la similitud y la diferencia del proceso de accidentes mediante la categorización de los múltiples factores de accidentes compartidos entre las industrias utilizando textos narrativos de información contenida en los informes de accidentes. Aplicó minería de texto y Latent Dirichlet Allocation (LDA) para extraer información latente de textos narrativos que incluyen el contexto del proceso del accidente en todas las industrias. En este estudio realizado en Estados Unidos y a través de la proporción de temas en cada una de las industrias, se clasificó el sector industrial y se definieron sus cinco patrones sectoriales: patrones intensivos en escala, intensivos en instalaciones, dominados por proveedores, dominados por el mercado y dominados por servicios. De acuerdo con estos patrones sectoriales, los gerentes y formuladores de políticas en los campos de la seguridad analizan los problemas de gestión relacionados con la industria, la fuente, la actividad y el resultado de los accidentes, considerando las características respectivas de los sitios industriales.

Brolin et al. (2021) analizaron conjuntos de datos públicos sobre lesiones en la cabeza que ocurren en la industria de la construcción de los sistemas de compensación para trabajadores en Suecia y Alemania, 2014-2018. Las lesiones cerebrales traumáticas relacionadas con el trabajo en la industria de la construcción fueron producidas por caídas, seguidas de pérdida de control, falla de agentes materiales y movimientos corporales sin estrés. Las caídas desde una altura causaron el 35% de todas las lesiones cerebrales traumáticas

relacionadas con el trabajo con más de 14 días de baja laboral en Suecia y el 57% de todas las nuevas pensiones por lesiones otorgadas en Alemania. Esto resalta la relevancia de las medidas de seguridad contra caídas para reducir las lesiones cerebrales traumáticas relacionadas con el trabajo en la industria de la construcción.

Koc et al. (2021) desarrollaron un marco integral para predecir el estado de discapacidad de los trabajadores de la construcción después de un accidente. El conjunto de datos analizados comprende 47.938 informes de accidentes de construcción en Turquía entre 2012 y 2020 de la Institución de Seguridad Social de la República de Turquía. Los datos se sometieron a un enfoque detallado de ingeniería de características de varios pasos, que incluyó codificación de datos, escalado de datos, reducción de dimensiones y remuestreo de datos. Las predicciones se realizaron a través de cuatro modelos de aprendizaje automático de conjuntos basados en árboles, así como de un método de optimización de última generación para el ajuste de hiperparámetros. Los resultados destacaron que los trabajadores expuestos a temperaturas extremas y sustancias químicas tienen mayores probabilidades de experimentar discapacidades permanentes al predecir los resultados de los accidentes de construcción con respecto a la discapacidad permanente de los trabajadores. Los autores esperan que el enfoque metodológico utilizado en este estudio contribuya al cuerpo de conocimiento en la gestión de la seguridad de la construcción, de modo que los investigadores interesados puedan mejorar la metodología subyacente.

Goncalves-Filho et al. (2021) realizaron un estudio con dos objetivos principales: desarrollar un marco de clasificación de factores contribuyentes para apoyar la investigación de accidentes sistémicos en la construcción y llevar a cabo una evaluación de su validez y confiabilidad. En una primera fase se generó una lista de factores contribuyentes a partir de la revisión de 26 artículos y el análisis de 532 informes de accidentes de construcción. Cinco inspectores federales con experiencia en la investigación de accidentes refinaron la lista en 61 factores contribuyentes y la categorización en seis niveles. En la segunda fase cinco profesionales del sector de la construcción evaluaron la validez y fiabilidad del marco utilizando tres accidentes de construcción reales. Los

hallazgos de este estudio pueden proporcionar un marco práctico que se aplicará para el análisis de accidentes de construcción en Brasil, pero el marco desarrollado en este estudio debe considerarse como un punto de partida para una posterior evaluación y refinamiento.

Dentro del contexto de las líneas de investigación en seguridad y salud laboral, las que toman el enfoque preventivo de reducir la accidentalidad mejorando las evaluaciones de riesgos han tenido su relevancia en las publicaciones científicas.

Jacinto y Silva (2010) propusieron una metodología de evaluación de riesgos semicuantitativa cuyo análisis cualitativo inicial se centra en la técnica del diagrama de pajarita, pero también integra conceptos y esquemas de clasificación definidos por Eurostat dentro del Proyecto de Estadísticas Europeas de Accidentes de Trabajo (ESAW). La estructura del diagrama permite identificar las vías causales del accidente relevante y sus consecuencias al mismo tiempo que identifica las barreras de seguridad existentes o necesarias. El nivel de riesgo de accidentes y los criterios de aceptación se establecieron a través de un sistema de puntuación. Los autores presentaron y discutieron un caso de estudio específico en la industria de la construcción naval demostrando la aplicabilidad y utilidad del método.

Fung et al. (2010) precisaron que el proyecto de seguridad y la evaluación de riesgos en la industria de la construcción son claves para abordar los problemas de seguridad y salud laboral que ocurren comúnmente en la industria de la construcción. Por lo tanto, la forma de realizar la evaluación y la responsabilidad de la evaluación son trascendentes para todos los profesionales. Sin embargo, se encuentra que aquellos profesionales propensos a depender en gran medida de sus propias experiencias y conocimientos en la toma de decisiones sobre evaluación de riesgos, que carecen de un enfoque sistemático y falta de formas de verificar la confiabilidad de las decisiones. Su estudio investigó la necesidad de que las personas involucradas en la construcción realicen evaluaciones de riesgo sistemáticas y efectivas para diferentes oficios. Se exploraron 14 tipos comunes de oficios, accidentes y causas de accidentes, además de los métodos y criterios adecuados de evaluación de riesgos. Luego

se desarrolló un Modelo de Evaluación de Riesgos (RAM) para evaluar los niveles de riesgo como varias etapas del proyecto con varios oficios de trabajo. La RAM puede proporcionar una evaluación de riesgo cuantitativa sobre la base de datos históricos sobre los niveles de riesgo de diferentes oficios de obras. El objetivo principal de la RAM es clasificar los niveles de riesgo en diferentes oficios en la obra de construcción. Se utilizó un estudio de caso para demostrar la viabilidad y confiabilidad de la RAM desarrollada en la práctica de la industria. Este caso era un proyecto de duración 3 años y 4 meses. El tamaño de empleo promedio del proyecto era de aproximadamente 1281 personas. El número total de accidentes fue aproximadamente 186 y su tasa de accidentes fue menor que la tasa promedio de todas las industrias de la construcción anunciadas por las instituciones oficiales. Según los resultados de este proyecto, el oficio de trabajo con mayor nivel de riesgo es el ferrallista. Se encontró que la RAM desarrollada es beneficiosa para predecir actividades de construcción de alto riesgo y, por lo tanto, para prevenir accidentes ocurridos basándose en un conjunto de datos históricos de accidentes. Sus conclusiones apuntaron que la RAM desarrollada es una herramienta eficaz y eficiente para ayudar a identificar y predecir los niveles de riesgo existentes para las principales operaciones y también para mejorar el desempeño de seguridad mediante la implementación de medidas de seguridad para las operaciones de alto riesgo predichas por la RAM en la etapa inicial de los proyectos.

Badri et al. (2012) remarcaron que la gestión de proyectos en entornos industriales en muchos casos es deficiente con respecto a la integración de los riesgos de seguridad y salud laboral. Esta deficiencia se manifiesta como problemas que afectan la seguridad de las prácticas industriales. Presentaron una revisión crítica y proporcionaron una visión general de la investigación y las prácticas industriales destinadas a la integración sistemática de los riesgos de seguridad y salud laboral en la ejecución de proyectos, con base en la literatura científica publicada. Las publicaciones identificadas se derivaron principalmente de la industria de la construcción. Sus resultados mostraron que los objetivos, metodologías y resultados de la investigación eran en gran medida heterogéneos. En el caso de la prevención basada en datos históricos identificaron que existían varias publicaciones recientes se centraban en el

desarrollo de métodos y herramientas para el análisis de riesgos basados en datos históricos. También identificaron dos modelos importantes desarrollados para accidentes en la industria de la construcción. El primer modelo confirmaba que las circunstancias que rodean a un accidente están influenciadas por varios factores, como la naturaleza de la operación, el comportamiento del trabajador y la comunicación dentro del equipo de trabajo. El segundo modelo clasificaba las causas de accidentes según dos tipos de factores de riesgo: factores denominados "distantes" y otros denominados "proximales" revelando que los factores proximales (problemas relacionados con la planificación, el control de proyectos, las operaciones de construcción, las condiciones de trabajo y la respuesta ante un peligro) causaban el 80% de todos los accidentes en la industria de la construcción, estando estos factores influenciados por la cultura de seguridad de la organización. Finalizaron anotando que los modelos presentados han contribuido a la prevención de riesgos de seguridad y salud laboral explotando la historia (antecedentes) y los conocimientos técnicos en el campo. Los investigadores han validado estos modelos y han declarado que el desempeño del proyecto ha mejorado. La secuencia de eventos que conducen a una situación peligrosa no se puede identificar en algunos de los modelos desarrollados porque varios de estos estudios separan los eventos indeseables de los factores de riesgo. Concluyeron que la integración del riesgo de seguridad y salud laboral no es sistemática en todos los campos industriales a pesar de los cambios y mejoras en las leyes y los sistemas de gestión.

Eliasson et al. (2017) plantearon que una forma común de realizar evaluaciones prácticas de riesgos es observar un trabajo e informar los riesgos observados a largo plazo de trastornos musculoesqueléticos. Su estudio tenía como objetivo evaluar la confiabilidad interobservador e intraobservador de las evaluaciones de riesgos de los ergonomistas sin el apoyo de un método explícito de evaluación de riesgos. 21 ergonomistas experimentados evaluaron el nivel de riesgo (riesgo bajo, moderado, alto) de ocho regiones de la parte superior del cuerpo, así como el riesgo global de 10 tareas de trabajo grabadas en video. Durante las evaluaciones de riesgo, los observadores vieron las grabaciones de video en computadoras portátiles individuales y se les permitió pausar o repetir la reproducción según fuera necesario. La confiabilidad intraobservador se

evaluó haciendo que nueve de los ergonomistas repitieran el procedimiento al menos tres semanas después de la primera evaluación. Los ergonomistas realizaron su evaluación de riesgos basándose en su experiencia y conocimiento sin utilizar un método explícito. Se calcularon varias estadísticas de confiabilidad para permitir comparaciones con otros estudios. Para tener en cuenta la concordancia debida al azar, la concordancia porcentual siempre se presentó junto con otros parámetros. Para la confiabilidad intraobservador, se calculó el coeficiente Kappa de Cohen para cada uno de los nueve observadores, y luego se utilizó el valor medio de estos valores kappa. La concordancia media entre observadores del riesgo global fue del 53% y el coeficiente Kappa ponderado correspondiente (K_w) fue de 0,32. La concordancia intraobservador fue del 61% y 0,41 (K_w). Es decir, las estadísticas de Kappa mostraron una interfiabilidad e intrafiabilidad no aceptable. Sus conclusiones recomendaron utilizar métodos sistemáticos de evaluación de riesgos en mayor medida.

Otras investigaciones, con un carácter algo más generalista han revisado conceptos y analizado los indicadores que contribuyen a la interpretación de la accidentalidad y sus consecuencias.

Khazode et al. (2012) realizaron una revisión integral de los conceptos de lesiones laborales y causalidad, y prevención de accidentes siguiendo el camino tradicional de la evaluación de riesgos desde la identificación de peligros hasta la priorización de riesgos, así como la causalidad de accidentes y lesiones. Comenzaron con la identificación de peligros, discutiendo progresivamente las cuestiones relativas a la evaluación de riesgos, las causas de los accidentes y las estrategias de intervención. Se compararon y contrastaron tanto la investigación empírica en términos de hipótesis probadas como la investigación teórica, como los modelos de causalidad de accidentes. El estudio expone la existencia de una correspondencia entre cuatro generaciones de teorías de accidentes, los temas predominantes de causalidad de accidentes y los tipos de factores causales. También se muestra que los modelos de causalidad de accidentes no están interconectados con las metodologías de identificación de peligros y evaluación de riesgos y que las metodologías disponibles para analizar incidentes de alta gravedad y baja frecuencia no son particularmente útiles para

identificar patrones de lesiones y mitigarlos de manera efectiva. Según el leal saber y entender de los autores, no existe un esquema que modele y controle la naturaleza recurrente de los peligros operativos en los sistemas de trabajo.

Gallego et al. (2021) analizaron la relación entre la evolución de los indicadores de salud ocupacional, es decir, la tasa de frecuencia (FR), la tasa de gravedad (RS) y los días perdidos por accidente (DLA), y el desempeño de los factores de influencia relevantes relacionados con el mercado laboral, la estructura de la productividad y la economía mediante métodos de regresión de contracción, incluyendo un estudio de caso centrado en los accidentes laborales en España en el período 1995-2017. El conjunto de datos utilizado provino de tres fuentes principales: la Subdirección General de Estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España, la Oficina de Estadística de la Unión Europea (Eurostat) y la OIT. Las horas trabajadas mostraron una fuerte relación positiva con los tres indicadores. Varios factores que afectaron a la tasa de frecuencia o los días perdidos por accidente no tuvieron ningún efecto sobre la tasa de gravedad, mientras que otros sí tuvieron un efecto, pero con relaciones más débiles o fuertes entre sí. Los tres modelos de regresión muestran una fuerte relación positiva con la tasa de crecimiento anual del número de contratos en el sector de la construcción. Estas conclusiones pueden considerarse significativas y consistentes, ya que una fuerte relación positiva con los indicadores de la tasa de frecuencia se asocia con un mayor tiempo de exposición (horas) o exposición a un mayor riesgo como es el caso del sector de la construcción.

Introduciendo ya las publicaciones que tienen sus fuentes de datos en la accidentalidad de las empresas españolas se encuentran estudios como los siguientes:

Conte et al. (2011) plantearon un modelo de utilidad generalizado para el diagnóstico y predicción de accidentes en la población activa española. A partir de datos observacionales clasificados en una tabla de contingencia riesgo-lesión (19 x 19), resumieron la accidentalidad (7.519.732 accidentes) de todas las empresas españolas durante un período de 11 años. Se consideraron todos los informes de accidentes laborales notificados durante ese periodo, registrados y

publicados por el Ministerio de Trabajo de España. Los datos tratados son previos a la homogenización realizada por las autoridades competentes en Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) en 2003 en los partes de notificación de accidentes laborales en España según la codificación de las estadísticas europeas de accidentes laborales (ESAW). El análisis de correspondencias fue seleccionado como el método más adecuado para optimizar las funciones de la matriz inicial ya que permite reducir la información contenida en la tabla de contingencia y establecer relaciones de afinidad entre las variables de la tabla. Las relaciones de mayor afinidad o probabilidad entre los riesgos y lesiones identificadas en el patrón facilitan la toma de decisiones en la etapa de evaluación de riesgos en las empresas españolas. Cada grupo de riesgo-lesión tiene sus propias características, interpretables dentro del marco fenomenológico del accidente. Se distinguen tres grupos de riesgos, relacionados con el ambiente de trabajo, el individual y el individuo-ambiente, y tres de lesiones: de origen ambiental, musculoesquelético y traumático. Las mayores afinidades son: proyección de fragmentos o partículas con objetos en los ojos,); exposición al contacto térmico con quemaduras; caída de personas de diferentes niveles y caída de personas del mismo nivel con conmoción cerebral y trauma interno; pisando objetos con dislocaciones y giros, esguinces y distensiones; caída de objetos o colapso junto a caída de objetos durante la manipulación o manipulación, colisión con objetos inmóviles y colisión con objetos en movimiento con trauma superficial y contusiones, contusiones y aplastamiento. Estas características permiten definir un patrón de “afinidad” estable, útil para la predicción de riesgos en las empresas. La principal ventaja de este modelo es su potencial aplicación a cualquier otro país y la viabilidad de contrastar resultados de diferentes países. Sin embargo, un factor limitante es que el modelo carece actualmente de un marco de clasificación común para riesgos y lesiones que realce este contraste. Los mismos autores (Conte et al., 2011b) plantearon de nuevo su modelo generalizado de diagnóstico y predicción de accidentes en la población activa española, a partir de los mismos datos que el trabajo anterior (7.519.732 informes de accidentes laborales notificados de todas las empresas españolas durante un período de 11 años, clasificados en una tabla de contingencia riesgo-lesión 19 x 19). Mediante el análisis de

correspondencias, obtuvieron una estructura compuesta por tres ejes o dimensiones cuya combinación identifica tres grupos separados de riesgo y lesión, que se utilizaron como patrón general español. El modelo de correspondencia riesgo-lesión presentado dio como resultado tres grupos de riesgos y lesiones. Estos tres grupos, denominados verde (tecnológico / ambiental), amarillo (biológico / evolutivo) y rojo (técnico / cultural), fueron verificados como condición necesaria y suficiente para la representación abreviada de la accidentalidad laboral. La contribución absoluta de una variable a una dimensión indica el porcentaje de inercia (varianza) de esta dimensión atribuible a la variable antes mencionada. Para las variables de riesgo, el 72,6% de la inercia de la dimensión 1 se debe al 62,1% proyección de fragmentos o partículas y el 10,5% exposición a contactos térmicos. Para la dimensión 2 el 86,2% de su inercia se distribuye entre tres variables: 47,9% para exposición a contactos térmicos, 27,2% para proyección de fragmentos o partículas y 11,1% para exposición a contactos químicos. En el caso de la dimensión 3 el 75,8% de su inercia se representa por el 58% de sobreesfuerzo y el 17,8% de magulladuras, contusiones y cortes por objetos o herramientas. Para las variables de lesión, el 77,4% de la inercia de la dimensión 1 se distribuye entre dos variables el 57,3% de objetos en los ojos y el 20,1% de quemaduras. Para la dimensión 2, el 93,7% de su inercia se distribuye entre el 28,9% de objetos en los ojos y el 64,8% de quemaduras. Para la dimensión 3, el 82,3% de su inercia se distribuye entre el 43,3% de dolor de espalda, el 15,4% de hematomas, contusiones y aplastamientos, el 13,8% de otras lesiones y el 13,7% de giros, esguinces y distensiones. Estas agrupaciones de riesgo y lesión definen un patrón que los autores denominaron “accident soma” o acsom-G, que debe entenderse como un modelo global que representa las condiciones de equilibrio de los accidentes de trabajo en una población, permitiendo realizar múltiples análisis específicos de empresas. La ventaja frente a otros modelos factoriales radica en el tratamiento conjunto de riesgos y lesiones, obteniendo agrupaciones compuestas por las variables.

Fernández-Muñiz et al. (2018) realizaron un análisis del efecto del ciclo económico sobre la siniestralidad laboral en España en el período 1994-2014. Se realizó un análisis de regresión para evaluar la relación entre el crecimiento

del PIB y la tasa de incidencia, comparando España y Alemania. Posteriormente, se realizó un análisis de descomposición de la varianza para medir el efecto del aumento de las tasas de incidencia sobre el crecimiento del número de accidentes en España entre 2013 y 2014. Se utilizaron datos desagregados por sector de las bases de datos nacionales sobre accidentes. Sus resultados muestran una fuerte asociación entre el ciclo económico y los accidentes laborales en España. La reciente crisis económica provocó una fuerte reducción de la tasa de incidencia, que aceleró un descenso que se inició en 2001. Con la recuperación económica iniciada en 2014, la tasa de incidencia ha vuelto a subir. Esta evidencia indica que el crecimiento económico en España se produce a costa de un alto nivel de accidentes laborales, lo que demuestra la debilidad de su sistema de prevención. Además, el crecimiento del número de accidentes tiende a concentrarse en determinados sectores y se debe más a un aumento de su tasa de incidencia que al crecimiento de su plantilla.

Baraza y Cugueró-Escofet (2021) analizaron todos los accidentes que supusieron la pérdida de una o más jornadas laborales ocurridas en España durante el período 2013 a 2018, 158.166 accidentes, buscando comprender las causas de la siniestralidad laboral en el sector agrario. Tomaron los datos de los informes que las empresas remitieron al Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Estudiaron 14 variables codificadas según la metodología de las Estadísticas Europeas de Accidentes de Trabajo (ESAW). El estudio de la relación entre la severidad y el resto de las variables se realizó mediante tablas de contingencia. Sus resultados muestran que la gravedad del accidente está relacionada con la edad, el sexo, la nacionalidad, la actividad económica, el personal de la empresa, el tiempo de servicio, el lugar del accidente, la desviación, la lesión, los días de ausencia, el día de la semana, la lesión y la región de España. Sus hallazgos ayudarán en posibles planes y acciones para mejorar la siniestralidad del sector en el futuro.

Al encuadrar el foco del estado de la cuestión dentro de la accidentabilidad en la industria de la construcción española, se encuentran en los últimos años investigaciones que se han centrado sobre factores o características específicas, otras sobre parte del sector, y otras que han considerado el sector en su

conjunto. Todos estos estudios, sus resultados y conclusiones son una referencia importante para evitar que vuelvan a producirse accidentes laborales similares en el futuro, para mejorar el control de los riesgos laborales en la industria y para guiar a profesionales de la seguridad y personas trabajadoras del sector.

Entre las instituciones y entidades implicadas en la prevención de riesgos laborales que han aportado datos relacionando factores y causas de accidentes con las fases de obra, la Fundación MUSAAT (Ramos-Pereira et al., 2011) investigó sobre factores relacionados con los accidentes laborales mortales en el sector de la edificación – Trienio 2008-2010 –. En este estudio se mostró que la fase de obra en la que más accidentes ocurrieron en el período investigado fue la de estructuras, seguida de la albañilería, fachadas, cubiertas, acabados e instalaciones. Su clasificación de accidentes mortales teniendo en cuenta la fase de obra donde se produjeron y la forma de éstos indicó que en la fase de estructuras el aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída es la forma más repetida, al igual que en la fase de albañilería, fachadas, cubiertas, acabados e instalaciones, seguida por la forma quedar atrapado, ser aplastado – bajo, en las fases de estructuras, albañilería y fachadas. Su clasificación teniendo en cuenta la fase de obra y la desviación que los ocasionó registró que en la fase de estructuras Caída de una persona - desde una altura es la desviación más repetida, al igual que en la fase de albañilería, fachadas, cubiertas, acabados e instalaciones, seguida por la forma resbalón, caída, derrumbamiento de agente inferior (que arrastra a la víctima), en la fase de estructuras, y la desviación quedar atrapado, ser arrastrado, por elemento o impulso de éste en las fases de albañilería y de fachadas. De su análisis de la desviación se desprendió que la caída de una persona desde una altura es, con un porcentaje del 41%, la predominante en los accidentes estudiados. Señalando que, en la fase de obra de acabados esta desviación es la que se relaciona con un mayor número de accidentes, un 57%, por encima del porcentaje de relación que se da en otras fases que tradicionalmente se asocian al riesgo de caída en altura tales como la fase de cubiertas con un 45%, estructura con un 34% y fachadas con un 51%.

Salguero-Caparros et al. (2015) analizaron cómo se realizan los informes de investigación de accidentes identificando las principales fallas y omisiones en 567 investigaciones, realizadas por asesores técnicos de seguridad y salud laboral, sobre accidentes laborales ocurridos en España entre 2009 y 2012 en industrias como la construcción, la manufactura, la agricultura y los servicios. La principal laguna identificadas en los informes de investigación de accidentes fue que solo el 26,9% de los informes de investigación sobre accidentes de trabajo analizados habían sido elaborados siguiendo los criterios de calidad recomendados en la literatura. Sus recomendaciones sobre la aplicación de una técnica de investigación obligatoria o crear un modelo europeo común para informar sobre las investigaciones de accidentes laborales redundarían en mejores investigaciones de accidentes laborales y por lo tanto en una reducción de la accidentalidad y con ello una mejora en la productividad y la calidad.

Forteza et al. (2017) examinaron las relaciones entre el riesgo del sitio, la tasa de accidentes y el desempeño económico en la industria de la construcción. Examinando durante 6 años (2004-2009) 502 obras de 272 empresas españolas en Mallorca construyeron un panel de datos con las evaluaciones de seguridad, el desempeño financiero y las tasas de accidentes. Obtuvieron una relación lineal positiva significativa entre el riesgo del sitio y la siniestralidad, una relación cuadrática significativa, en forma de U invertida entre la tasa de accidentes y el desempeño de la empresa económica. Sus resultados muestran que para un rango bajo de accidentes se observa que la rentabilidad de la empresa aumenta a medida que aumenta la accidentalidad, llegando a un punto de inflexión a partir del cual más accidentes adicionales reducirán la rentabilidad de la empresa.

Barriuso et al. (2018) analizaron la formación en prevención de riesgos laborales en la pequeña y mediana empresa (PYME) del sector de la construcción español realizando un estudio sobre el cumplimiento de la obligación empresarial de informar y formar a los trabajadores en prevención de riesgos laborales, de acuerdo con la normativa establecida en la Directiva 89/391/CEE, y transpuesta a la Ley española en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. El estudio se realizó mediante el diseño de tres cuestionarios y se organizaron dos grupos de discusión con

formadores en prevención de riesgos y representantes empresariales del sector. Se han consultado de forma conjunta bases de datos de diversos organismos profesionales, para conocer tanto las debilidades como las fortalezas de la formación y los sistemas de formación en prevención de riesgos laborales de las empresas del sector. Se analizaron los indicadores estratégicos de formación en prevención de riesgos, como la cualificación profesional de los formadores, las metodologías formativas empleadas y la formación e información que el trabajador recibe en el puesto de trabajo. Sus resultados mostraron que la mayoría de los formadores a cargo de los cursos de formación no eran especialistas en construcción, los cursos de formación no estaban adaptados al nivel de formación de los trabajadores y, lo que parece más importante, los materiales didácticos nunca estuvieron en los otros idiomas de los trabajadores extranjeros. En sus conclusiones destacaron que son necesarios mayores niveles de profesionalización de todos los agentes implicados en los procesos de prevención de riesgos y procesos constructivos.

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2020a) adscrito al Ministerio de Trabajo y Economía Social en su análisis de mortalidad por accidente de trabajo en España 2014 – 2015 – 2016 mostró que el 73,5% de los accidentes de trabajo mortales del sector de la construcción que habían rellenado la casilla “Tipo de obra” correspondían a obras de edificación, y el resto es obra civil. Entre ellos destacaban los ocurridos en la fase de cubiertas (18,8%), estructuras y obras de fábrica (11,5%) e instalación (9,4%). En su análisis por desviación de la tarea que se estaba realizando para que se produjese el accidente de trabajo mortal destacaban que el 28,9% de los casos era por caída desde una altura, corroborando el análisis anterior, ya que la fase de obra donde más accidentes ocurren es en cubiertas.

López-Toro et al. (2021) proporcionaron una descripción fiel de los accidentes laborales registrados relacionados con la motosierra en la región andaluza de España analizando el conjunto de datos sobre accidentes notificados en Andalucía durante el período de enero de 2009 a diciembre de 2016 (373 accidentes) extraídos de los formularios oficiales de notificación de accidentes. Determinaron que la víctima lesionada tendía a ser un trabajador del

sexo masculino entre 30 y 59 años del sector forestal o agrícola. En cuanto a las características del accidente, normalmente ocurrió en áreas forestales o agrícolas durante tareas asociadas, con la pérdida de control de la motosierra, provocando el contacto con las cuchillas, provocando heridas abiertas en la pierna, rodilla o dedos. Como complemento al análisis estadístico descriptivo, se realizó un análisis inferencial con el fin de mejorar el conocimiento sobre los accidentes laborales estudiados. La variable que indicaba si el riesgo se había evaluado antes del accidente o si el riesgo que dio lugar al accidente no se consideró en la evaluación del riesgo mostró una asociación estadísticamente significativa con la actividad económica de la empresa ($p = .002$) y no con la severidad, el día de la semana o la desviación.

Barriuso et al. (2021) estudiaron el grado de cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales entre las empresas del Sector de la Construcción en España, la mayoría de las cuales son micro y pymes. Se recolectó la información a través de una encuesta administrada a una muestra acumulada de 250 trabajadores, referida a los indicadores que están directamente relacionados con las principales causas de accidentalidad en la construcción. Los resultados pusieron de manifiesto las graves deficiencias existentes en el ámbito de las acciones preventivas y la formación de los trabajadores, motivadas en gran parte por la grave crisis del Sector de la Construcción en España iniciada en 2008, cuyas importantes consecuencias perduran, reflejando elevadas tasas de siniestralidad laboral. La investigación concluyó con propuestas para superar estas contingencias, refiriéndose especialmente a la necesidad de fortalecer la profesionalización dentro del sector de la construcción, mejorar las acciones de formación en materia de prevención y alentar a las empresas a trabajar por el cumplimiento eficiente de la normativa de seguridad.

López-Arquillos et al. (2015) discutieron los resultados de un análisis de la siniestralidad en empresas constructoras de hormigón en España y compararon la accidentalidad de trabajadores cualificados y no cualificados analizando un total de 125.021 accidentes ocurridos entre 2003 y 2008. Se analizó el impacto de una serie de variables sobre la gravedad de los accidentes

de diferentes grupos de trabajadores en las empresas de construcción de hormigón. El análisis se basó en los datos anónimos de 125.021 accidentes laborales en las empresas de construcción de hormigón españolas, notificados según el Parte Oficial de Accidente de Trabajo del Ministerio de Trabajo e Inmigración, y se utilizaron tablas de contingencia calculando los valores de chi-cuadrado. Su estudio confirmó que las variables que intervienen en los accidentes pueden diferir según el nivel de calificación de los trabajadores de las empresas de construcción de hormigón. Sus resultados mostraron que la falta de experiencia en el primer mes es más significativa en trabajadores no calificados y supervisores experimentados y que las lesiones en la cabeza tienen más probabilidades de provocar muertes. La similitud más notable fue que los accidentes mortales hacia y desde el lugar de trabajo son un problema común a ambos grupos de trabajadores. En consecuencia, las medidas para mejorar la salud y la seguridad deben adaptarse a las similitudes y diferencias encontradas en el estudio.

Concretamente, realizando análisis de la accidentalidad en empresa constructoras españolas se encuentran algunas publicaciones.

Rivas et al. (2011) modelaron incidentes y accidentes en dos empresas del sector minero y de la construcción con el fin de identificar las causas más importantes de accidentes y desarrollar modelos predictivos. Utilizaron técnicas de extracción sobre datos recopilados y obtenidos en entrevistas realizadas poco después de que ocurriera un incidente / accidente. Los resultados se compararon con los de técnicas estadísticas clásicas (regresión logística), revelando la superioridad de las reglas de decisión, los árboles de clasificación y las redes bayesianas para predecir e identificar los factores subyacentes a los accidentes / incidentes. Identificaron las variables más inmediatamente relevantes mejorando las tasas de éxito de predicción y las capacidades explicativas, y permitiendo extraer conclusiones sobre las causas de accidentes / incidentes.

Camino-López et al. (2008) analizaron los accidentes industriales que ocurren en las obras de construcción y su gravedad. El análisis de la influencia de 18 variables con respecto a la gravedad y letalidad del accidente se realizó mediante tablas de contingencia en las que se ha calculado el valor del

estadístico chi-cuadrado. Los datos se obtuvieron de 1.630.452 accidentes, que representan el número total de accidentes sufridos por los trabajadores del sector de la construcción en España durante el período comprendido entre 1990 y 2000. Los datos tratados son previos a la homogenización realizada por las autoridades competentes en Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) en 2003 en los partes de notificación de accidentes laborales en España según la codificación de las estadísticas europeas de accidentes laborales (ESAW). Se demostró que la edad, el tipo de contrato, el tiempo del accidente, el tiempo de servicio en la empresa, el tamaño de la empresa, el día de la semana y el resto de las variables analizadas influyeron en la gravedad del accidente. Sus resultados muestran que la formación preventiva debe ser diferente según edades, antigüedad en la empresa, organización del trabajo y permanencia en el desarrollo del trabajo de los trabajadores que deben proporcionarse desde las empresas y la administración estrategias y capacitación adecuadas a los trabajadores de la construcción desde las empresas y la administración.

López-Arquillos et al. (2012) realizaron un estudio que buscaba obtener una nueva visión ampliada y actualizada de las posibles causas de los accidentes de construcción en España, con el fin de identificar las acciones mitigadoras adecuadas. Analizó todos los accidentes del sector de la construcción en España entre 2003 y 2008 eligiendo diez variables y evaluando la influencia de cada variable con respecto a la gravedad del accidente. El análisis se basó en los datos anónimos de todos los accidentes laborales en el sector de la construcción español, en total 1.163.178 accidentes, notificados según el Parte Oficial de Accidente de Trabajo del Ministerio de Trabajo e Inmigración, y se utilizaron tablas de contingencia calculando los valores de chi-cuadrado. Sus resultados mostraron que la gravedad de los accidentes se relacionó con variables como la edad, el código CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas), el tamaño de la empresa, la duración del servicio, el lugar del accidente, el día de la semana, los días de ausencia, la desviación, la lesión y las zonas climáticas. Según sus conclusiones, una gran empresa no siempre es necesariamente más segura que una pequeña empresa en el aspecto de accidentes mortales, los trabajadores experimentados no tienen las

mejores tasas de letalidad por accidentes y los accidentes que ocurren fuera del lugar de trabajo habitual tienen consecuencias más graves.

CAPÍTULO 2. DISEÑO METODOLÓGICO y ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CAPÍTULO 2. DISEÑO METODOLÓGICO y ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 DISEÑO METODOLÓGICO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Al hablar de diseño metodológico se razona sobre el diseño del trabajo de investigación y se personifica el posicionamiento del investigador al acercarse a la realidad que pretende estudiar. El diseño metodológico a escoger viene condicionado por un conjunto de factores asociados a diferentes ámbitos; conceptuales unos, de carácter empírico otros y siempre teniendo en cuenta las preguntas de investigación.

En las tres hipótesis los trabajos son de tipo es cuantitativo y transversal tratando de cuantificar la fuerza de la relación entre variables. Pero mientras en las hipótesis 1 y 3 se han analizado las bases de datos disponibles, siendo por tanto un diseño retrospectivo, para la hipótesis 2 se realizó una encuesta específica, diseñada por los investigadores. En este caso por la naturaleza de dicho diseño fue necesario realizar un muestreo.

El diseño de la investigación es transversal sin que haya existido intervención directa del investigador.

2.2 LAS ETAPAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Si bien el plan de investigación se diseña con la firme intención de cumplirlo, el desarrollo de las diferentes etapas durante la tesis doctoral se ha visto sometida a modificaciones y ajustes que han venido marcados por el devenir de la propia investigación, como han podido ser las inquietudes surgidas tras cada publicación y el discurrir del curso vital de doctorando y directores, por ejemplo, la dedicación del doctorando a tiempo parcial.

Si bien el objetivo de la investigación, enunciado en el Plan de investigación presentado allá por 2014, se ha mantenido, la decisión de realizar una tesis por compendio de publicaciones ha ido marcando hitos que se separan de la clásica planificación de una tesis tradicional. Resumida brevemente, la cronología del discurrir de la investigación ha sido como sigue:

- La etapa inicial estuvo compuesta por el estudio metodológico de la investigación, la revisión bibliográfica del estado de la cuestión, la asistencia a actividades formativas en estos ámbitos, la elaboración del Plan de investigación y el primer contacto con la fuente de datos que sería el germen de la primera publicación. Esta etapa fue compleja, aunque podría resumirse en el clásico, leer y aprender. Marco teórico, métodos de análisis, revisiones bibliográficas, planteamiento de problemas y de hipótesis de trabajo, recopilación y tratamiento de datos, etc., cobraron una nueva dimensión para el doctorando.
- La segunda etapa se dedicó a la elaboración, revisión y publicación del primer artículo y supuso una apertura, un cambio de luces, en la hasta entonces taponada visión del doctorando. Surgían respuestas, pero a la vez nuevos interrogantes, líneas de investigación, nuevas posibilidades que no habían sido consideradas ni remotamente.
- En la tercera etapa, precisamente, una de las interrogantes surgidas en el primer artículo fue la inspiración para la segunda publicación. Un trabajo que además no contaba con fuentes de información y que tuvo que dotarse de una herramienta propia para recolectar información a través de un cuestionario online. Esta dificultad

añadida demoró su elaboración, revisión y publicación, pero también supuso adquirir importantes habilidades útiles en investigación.

- En la cuarta etapa, que coincide con la tercera publicación, volvía a cauces próximos a los planificados, aunque con algo de retraso, ya que su tratamiento previo y sus borradores parciales estaban en marcha cuando aún estaba en revisión la segunda publicación. La experiencia del doctorando empezaba a ponerse en juego y la llegada a buen puerto del tercer artículo abría paso a la fase final
- La fase final ha constado de la redacción del documento de Tesis Doctoral por compendio de artículos, con sus borradores parciales para cumplir con todos los apartados indicados en el Reglamento de Doctorado de la Universidad de Málaga, sus revisiones, el primer borrador completo, nuevas revisiones, la iniciación de la solicitud de admisión a trámite, etc. La etapa final converge con el depósito de este documento como tesis doctoral.

En resumen, el doctorando ha adquirido las habilidades básicas necesarias para la investigación, y es capaz de diseñar, ejecutar y publicar resultados de investigación que son considerados por revisores de revistas con índices de calidad como aportaciones relevantes en el área de conocimiento de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Es cierto que no todo ha sido como fue inicialmente planificado pero la investigación no deja de ser una exploración con un cierto grado de incertidumbre sobre lo que se va a descubrir.

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La pregunta planteada en la investigación fue, ¿son distintas las características de la accidentalidad en la construcción según la fase de la obra?

Para responder a esta pregunta se ha investigado sobre los factores de riesgo, causas de accidentalidad y sus relaciones más frecuentes, mecanismos y patrones, en el sector de la construcción para distintas fases de obra.

La respuesta a esta pregunta obtenida de la investigación desarrollada proporciona nuevo conocimiento a los profesionales de la seguridad laboral, emergiendo información más precisa y una mayor comprensión a la hora de planificar e implementar medidas, concretándose en la mejora de las evaluaciones de riesgos y la toma de decisiones sobre las acciones preventivas para cada fase de la obra de construcción. Estos objetivos están siendo fomentados por entidades de referencia nacional e internacional en seguridad y salud laboral y son parte prioritaria de la gestión de riesgos laborales (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2013).

El enfoque novedoso de esta tesis dentro de los estudios científicos sobre la accidentalidad en la industria de la construcción ha sido considerar las fases de obra como unidad de estudio y analizar y comparar los factores y causas y las relaciones de estos aportando conocimiento nuevo y objetivo explicativo de la siniestralidad en el ámbito de la obra de construcción.

Junto con la hipótesis principal, derivada de la pregunta de investigación anteriormente enunciada, y contribuyendo a la consecución de su respuesta, se plantearon tres hipótesis secundarias que han permitido desarrollar el trabajo de investigación. Las hipótesis y objetivos específicos son los siguientes:

Hipótesis 1: Existen diferencias entre las causas de accidente y sus relaciones según la fase de la obra de construcción.

- Objetivo 1.1: Identificar las causas de accidentes más frecuentes en el sector de la construcción y sus asociaciones con la finalidad de

ayudar a los profesionales de la seguridad en la tarea de priorizar acciones preventivas en función de la etapa de construcción.

Hipótesis 2: Existen diferencias en las evaluaciones del riesgo de accidente dependiendo de los expertos en seguridad y salud según la fase de la obra de construcción.

- Objetivo 2.1: Analizar si las percepciones y juicios de los expertos en seguridad y salud sobre los riesgos en las obras de construcción son independientes del experto que evalúa dichos riesgos.
- Objetivo 2.2: Conocer si las condiciones sociolaborales influyen en la percepción y el juicio del riesgo de accidente.
- Objetivo 2.3: Proponer medidas para aumentar la coherencia de las evaluaciones de riesgos.

Hipótesis 3: Existen diferencias entre los factores de riesgo y los patrones de ocurrencia de accidentes según la fase de la obra de construcción.

- Objetivo 3.1: Identificar factores relevantes y patrones de ocurrencia de accidentes laborales en la industria de la construcción, y poner de manifiesto cómo estos factores y patrones actúan en cada fase de la obra de construcción.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS PRINCIPALES Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO 4. RESULTADOS PRINCIPALES Y DISCUSIÓN

4.1 ACCIDENTES DE CONSTRUCCIÓN: IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ASOCIACIONES ENTRE CAUSAS, MECANISMOS Y ETAPAS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Este apartado muestra los principales resultados con una breve discusión incluidos en la primera publicación.

La proporción de causas latentes identificadas como causa principal en los informes de investigación de accidentes analizados es del 43% (Anexo II - Tabla 1.1, p. 220), mientras que en todas las causas la proporción de causas latentes es del 65% (Anexo II - Tabla 1.2, p. 221).

En las causas principales, los grupos de causas más frecuentes son G1 - condiciones del lugar de trabajo con un 20% y G6 - organización del trabajo con un 21%, y los subgrupos de causas más frecuentes son G11 - diseño del lugar de trabajo con un 15% y G61 - método de trabajo con un 21%.

En accidentes mortales, la proporción de casos con causa del grupo G1 - condiciones del lugar de trabajo (34%) y específicamente con el subgrupo G11 - diseño del lugar de trabajo (31%) puede explicar un tercio de los accidentes (Anexo II - Tabla 1.1, p. 220).

En cuanto al patrón de causalidad simplificado, en el 56% de los casos hubo al menos una causa clasificada como G6 - organización del trabajo, en el 40% hubo al menos una causa clasificada como G7 - gestión de la seguridad y en el 33% de los casos hubo al menos una causa clasificada como G8 - factor humano (Anexo II - Tabla 1.4, p. 222).

Para los accidentes leves, el patrón más frecuente incluye causas de los grupos G6 - organización del trabajo y G7 - gestión de la seguridad (22%).

El patrón más frecuente de accidentes graves con un 20% y mortales con un 33% incluye solo las causas activas de los grupos uno a cinco. En los accidentes mortales también es muy frecuente el patrón con causas activas, más G6 - organización del trabajo y G7 - gestión de la seguridad (21%).

La tabla de contingencia entre la etapa de construcción cuando ocurrieron los accidentes y el subgrupo de causas se analiza en la Tabla 1.5 (Anexo II - Tabla 1.5, p. 222). Las asociaciones significativas (con más de cinco casos) son las siguientes:

- la etapa de S1 - demolición con causas relacionadas con G71 - gestión de seguridad;
- la etapa de S2 - preparación de la tierra con causas relacionadas con G63 - capacitación e información;
- la etapa de S3 - excavación con causas relacionadas con G11 - diseño del lugar de trabajo;
- la etapa de S9 - cubiertas con causas relacionadas con:
 - G42 - otros equipos de trabajo: dispositivos de protección,
 - G31 - maquinaria: diseño, instalación, mantenimiento, y
 - G72 - mal desempeño en actividades de seguridad.

La tabla de contingencia entre el mecanismo de accidente y el tipo de causa se analiza en la Tabla 1.6 (Anexo II - Tabla 1.6, p. 223). siendo este el resultado más apreciable de esta investigación, la identificación de las asociaciones más importantes entre los mecanismos de accidentes y los subgrupos de causas. En estas asociaciones, algunos subgrupos de causas son más probables en el patrón de causalidad de combinaciones específicas de desviación y modo de contacto (mecanismos de accidente). Concretamente:

- los resbalones y caídas están asociados a causas relacionadas con la gestión de la seguridad y los dispositivos de protección. Los accidentes con rotura, estallido, rajadura, resbalón, caída o colapso de agentes materiales están asociados a causas relacionadas al diseño del lugar de trabajo, selección de equipos y dispositivos de protección;
- los accidentes con ser golpeado por contactos tienen una fuerte asociación con las causas del método de trabajo, como ha demostrado una investigación anterior (Hinze et al., 2005);
- los contactos con elementos afilados, puntiagudos, rugosos y ásperos al perder el control están asociados a causas relacionadas con

los dispositivos de protección, como también se ha identificado en el sector manufacturero (Carrillo-Castrillo et al., 2013).

Este análisis se basa en la identificación de asociaciones entre el patrón de causas identificadas en las investigaciones oficiales de accidentes y el escenario del accidente, como el mecanismo del accidente o la etapa de construcción cuando ocurre el accidente. Por supuesto, no se puede nunca pasar por alto que en la industria de la construcción cada obra es en sí misma un escenario desconocido.

Esta investigación proporciona información útil que relaciona las principales circunstancias de un accidente con las causas más probables.

Como han demostrado estudios previos sobre este tema, las causas más frecuentes marcadas como causa principal en accidentes graves y mortales están relacionadas con las condiciones laborales. Las causas específicas identificadas como las más frecuentes - como método de trabajo inadecuado, falta de capacitación, falta de sistemas de protección general para prevenir caídas desde una altura, factores individuales y falta de uso de equipos de protección personal - están alineadas con investigaciones previas en otros países (Ale et al., 2007) (Cheng et al., 2009) (Chi et al., 2004) (Chi et al., 2005) (Chi et al., 2014) (INSHT, 2011).

Si bien ha sido posible identificar el tipo de causas más probables en cada etapa de la construcción, esta identificación es transversal y no está relacionada con las condiciones específicas y la gestión de seguridad.

Por tanto, las conclusiones son útiles para que las políticas públicas identifiquen las causas más comunes en cada etapa constructiva, y para las empresas como información de las posibles fallas principales en seguridad a verificar.

4.2 PERCEPCIÓN DE RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN. EXPLORANDO LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EXPERTOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Este apartado muestra los principales resultados con una breve discusión incluidos en la segunda publicación.

Con el primer método estadístico propuesto, análisis de varianza (ANOVA), para probar las diferencias en la percepción y el nivel de riesgo entre los factores sociolaborales, los resultados más destacados fueron la existencia de influencia de la variable número de años desde que se obtuvo la cualificación como coordinador en seguridad y salud en obras de construcción tanto en la percepción del nivel de gravedad de las consecuencias del accidente (0,049) como en el nivel de riesgo (0,035). También quedó manifiesta la influencia de la variable edad en la percepción del nivel de gravedad en las consecuencias del accidente (0,048) (Anexo II - Tabla 2.6, p. 226).

Al indagar mediante el análisis multinivel la percepción de riesgo de accidente de los expertos en función de la variable género, los resultados no identificaron ninguna discrepancia significativa con ninguna de las variables dependientes. Los resultados mostraron que mujeres y hombres perciben la probabilidad de daño para los procesos de construcción de manera casi idéntica (Coef. = -0,003, $p = 0,987$), y la gravedad de ese daño de manera similar (Coef. = 0,021, $p = 0,895$) (Anexo II - Tabla 2.7, p. 227).

Los resultados que mostró la variable edad sí tuvieron una asociación estadísticamente significativa tanto con el nivel de riesgo percibido como en sus dos componentes; consecuencias y, sobre todo, probabilidad. Los resultados muestran que los expertos en seguridad en la construcción de edades intermedias, entre 35 y 55 años, perciben la probabilidad y las consecuencias del daño en los procesos constructivos de manera muy similar. El caso de los expertos más jóvenes solo muestra significación en la percepción de la probabilidad de daño en los procesos constructivos (Coef. = 0,743, $p = 0,023$). Los expertos de edades mayores y menores perciben las consecuencias de la gravedad del daño de manera casi idéntica.

En cuanto a los resultados que exhiben las titulaciones que permiten desempeñar la función de coordinador de seguridad y salud en obra de edificación, (arquitecto o ingeniero) solo tiene significación la valoración del ingeniero sobre el nivel de riesgos (Coef. = -2,312, $p = 0,020$) y sobre la percepción de la gravedad de las consecuencias (Coef. = -0,426, $p = 0,010$). El conjunto de resultados sugiere que existe un amplio grado de consenso, independiente del título universitario del experto, sobre la percepción del riesgo de accidente.

Los resultados indican hallazgos interesantes al examinar el tiempo transcurrido desde que los participantes empezaron su actividad como coordinador de seguridad y salud en obras de construcción, cuyo requisito en España es ser técnico competente para cada tipo de obra según el Real Decreto 1627/1997.

Los encuestados respondieron el tiempo desde que obtuvieron su condición de técnico competente y, por tanto, desde que comenzaron a poder coordinar. Este factor parece tener un efecto complejo sobre la percepción de probabilidad y consecuencias del riesgo. Por una parte, aquellos coordinadores con más de 15 años como coordinador percibieron el mayor nivel de riesgo. Por otra parte, aquellos expertos que llevan entre 10 y 15 años como coordinador, percibieron el nivel más bajo de riesgo (Coef. = -2.283, $p = 0.015$), con una probabilidad de ocurrencia comparativamente muy baja (Coef. = - 0.472, $p = 0.022$). El otro grupo, los que tienen menos de 10 años como coordinador, colocan el valor de sus percepciones en algún lugar entre los dos antes mencionados. Este resultado muestra que el período en el que se obtuvo la calificación laboral afecta las evaluaciones que realizan los expertos en seguridad y salud ocupacional en las obras.

La experiencia en la coordinación de seguridad y salud en obras de construcción mostró un efecto importante que deja a los profesionales que aún no han ejercido esta atribución en al menos 10 obras con una percepción inferior en la probabilidad de que se sustancie algún daño en las actividades constructivas habituales. Los profesionales más experimentados mostraron percepciones superiores de (Coef. = 0.422, $p = 0.014$) para los que han coordinado entre 10 y 25 obras y de (Coef. = - 0.434, $p = 0.022$) para los que han

coordinado más de 25 obras de construcción, siendo el valor representado por el coeficiente la diferencia entre las valoraciones y teniendo la percepción un valor máximo de 5.

La tabla 2.8 (Anexo II - Tabla 2.8, p. 227) en la que se comparan el efecto de las variables estudiadas según la fase de la obra, muestra sus valores significativos más relevantes en cuanto a discrepancias en la valoración entre expertos en los siguientes casos:

- en la etapa de estructuras
 - probabilidad (Coef. = 1.046, $p < 0.05$) edad, menores de 35 años.
 - severidad (Coef. = 0.689, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
 - nivel de riesgo (Coef. = 5.479, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
- en la etapa de fachadas
 - probabilidad (Coef. = 1.079, $p < 0.05$) edad, menores de 35 años.
 - severidad (Coef. = 0.569, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
 - nivel de riesgo (Coef. = 5.159, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
- en la etapa de cubiertas
 - probabilidad (Coef. = 0.680, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
 - severidad (Coef. = -0.486, $p < 0.05$) titulación universitaria, ingeniero.
 - nivel de riesgo (Coef. = 3.445, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
- en la etapa de tabiquería
 - probabilidad (Coef. = -0.594, $p < 0.05$) experiencia laboral, coordinador en más de 25 obras.
 - severidad (Coef. = -0.428, $p < 0.1$) titulación universitaria, ingeniero.

- nivel de riesgo (Coef. = 2.108, $p < 0.1$) edad, entre 45 y 55 años.
- en la etapa de instalaciones
 - probabilidad (Coef. = 0.813, $p < 0.05$) edad, menores de 35 años.
 - severidad (Coef. = 0.747, $p < 0.05$) edad, entre 45 y 55 años.
 - nivel de riesgo (Coef. = 3.206, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
- en la etapa de acabados
 - probabilidad (Coef. = 0.553, $p < 0.05$) edad, entre 35 y 45 años.
 - severidad (Coef. = -0.568, $p < 0.05$) titulación universitaria, ingeniero técnico.
 - nivel de riesgo (Coef. = -2.130, $p < 0.05$) titulación universitaria, ingeniero técnico.

Este estudio resulta novedoso al evaluar el efecto de algunas variables sociolaborales sobre la percepción de riesgo de los expertos en seguridad y salud en el trabajo del sector de la construcción en Andalucía.

Los resultados han indicado que las principales causas de variabilidad en las evaluaciones del nivel de riesgo de accidente, estimando la gravedad del evento que puede ocurrir y su probabilidad de materializarse, están significativamente relacionadas con la edad y la experiencia en la coordinación de seguridad y salud en obras de construcción.

Los resultados coinciden con la investigación que muestra que tanto hombres como mujeres tienen la misma percepción sobre las situaciones de riesgo (Cordellieri et al., 2016). La edad también ha sido asociada frecuentemente en las investigaciones con la percepción del riesgo, aunque sobre este factor, la revisión de la literatura no proporciona una tendencia clara. Los resultados del estudio son consistentes con lo que varios autores han dicho sobre la relación entre la edad del sujeto y la evaluación de riesgos en la industria de la construcción (Petraakis, 2005; Siu et al., 2003; Stoilkovska et al., 2015).

Obtener resultados precisos, en particular, sobre el efecto que tiene el grado de ingeniero en la percepción de las consecuencias de una actividad en las obras es muy difícil de conseguir. Esto requeriría un análisis profundo de los contenidos de los planes de estudios universitarios, pero este estudio ha mostrado alguna pequeña divergencia en la formación universitaria de un ingeniero que no ha sido corregida por la posterior formación en prevención de riesgos laborales en las obras de construcción para adquirir la especialización y competencia como coordinador de seguridad y salud.

El tiempo transcurrido desde que los participantes obtuvieron la calificación laboral como coordinador de seguridad y salud en las obras de construcción es una variable que representa el avance de los ciclos económicos y la evolución de la técnica. Los resultados observados sugieren que los cambios debidos a las innovaciones normativas; nuevas leyes y requisitos a cumplir y nuevas técnicas y procedimientos a implementar; buscando adaptarse a los riesgos emergentes, los cambios tecnológicos y una alta y persistente accidentalidad laboral, producen un efecto esparcido por el tiempo (Abdullah y Wern, 2012; Dulaimi y Chin, 2009).

El efecto de la experiencia laboral variable es uno de los más estudiados en la percepción del riesgo. La percepción del riesgo se modifica con la experiencia y no se mantiene inalterada con el tiempo (Tierney, 1999; Mohamed et al., 2006; Starren et al., 2013). Este estudio mostró una diferencia significativa en el efecto de años de experiencia en expertos en seguridad y salud laboral en construcción y con una relación positiva. Parece que el aumento en la práctica real de la evaluación de riesgos en las obras de construcción es significativo.

Las incertidumbres presentes en las obras de construcción suelen agravarse en las fases iniciales, a lo que se suma que cada proyecto de construcción es único y cada obra una “fábrica” (OIT, 1997). Aunque se hayan planificado muchos aspectos (ubicaciones, accesos, almacenamiento, orden y secuencia de tareas, etc.), la fase inicial y las primeras actividades del trabajo en el lugar de construcción tienen mayores desequilibrios y cambios en la planificación (Gangolells et al., 2010). En este estudio las tres primeras fases investigadas (Estructura – Fachadas - Cubiertas) concentran la mayoría de los

resultados significativos y las mayores discrepancias entre los expertos en seguridad en la construcción.

4.3 ACCIDENTES LABORALES. ANÁLISIS SEGÚN OCUPACIONES DE LAS DIFERENTES FASES CONSTRUCTIVAS UTILIZANDO REGLAS DE ASOCIACIÓN

Este apartado muestra los principales resultados con una breve discusión incluidos en la tercera publicación.

La investigación se centra en la identificación de reglas de asociación en las diferentes fases constructivas.

A primera vista, el comportamiento de las reglas parece en general similar en todas las fases. La mayoría de las reglas presentan una confianza entre el 65% y el 85%, aunque algunas reglas logran un resultado superior al 85%. La medida de soporte es similar en las cuatro fases y los valores son los habituales para este tipo de problemas con muchas variables. Asimismo, el valor de soporte es regular y, en este caso, los valores obtenidos son inferiores al 10%.

En aras de la simplicidad y previo al análisis, para obtener reglas de asociación más significativas, se determinó el predominio de la categoría de variables en las reglas de asociación y se encontró que la ocurrencia de la variable “outsourcing” y “tener los riesgos evaluados” fueron los principales contribuyentes, como se puede observar en la Tabla 3.5 (Anexo II - Tabla 3.5, p. 230), donde la comparación de estos resultados por fases es más intuitiva.

Los antecedentes representan los valores de las variables que con mayor frecuencia contribuyen a la sustanciación del accidente de trabajo en las asociaciones encontradas. Se resumen en el lado izquierdo de la Tabla 3.5 (Anexo II - Tabla 3.5, p. 230). Las reglas de asociación obtenidas muestran cinco consecuentes que están involucrados en accidentes en todas las fases del trabajo. Estos son:

- Actividad física (PA6): movimiento
- Desviación (D7): movimiento del cuerpo bajo o con estrés físico (generalmente conduce a una lesión interna)
- Contacto (FC3): Impacto horizontal o vertical con o contra un objeto estacionario (la víctima está en movimiento)
- Contacto (FC4): Golpe de objeto en movimiento, colisión con

- Contacto (FC7): sobreesfuerzo físico o estrés mental

Se puede observar que estos cinco consecuentes se agrupan en tres; la actividad física que realiza la víctima en el momento del accidente (descrita como en movimiento); el evento anormal que origina el accidente (descrito como movimiento del cuerpo como consecuencia o con esfuerzo físico); y la forma en que la víctima ha sido lesionada, que involucra tres posibilidades: golpe contra un objeto estacionario, trabajador en movimiento, colisión o golpe contra un objeto en movimiento, y sobreesfuerzo, trauma mental, radiación, ruido, etc.

Como se puede apreciar en la Tabla 3.5 (Anexo II - Tabla 3.5, p. 230), el atributo que tiene mayor frecuencia, considerando todas las fases agrupadas es "outsourcing", es decir, la empresa del trabajador lesionado que realiza tareas por cuenta de otra empresa. Esta condición aparece 17 de las 20 veces posibles. El atributo con el siguiente número más alto de ocurrencias (16 de 20) es "R1", es decir, "tener los riesgos evaluados". A continuación, se encuentran los siguientes atributos cuyo nivel de relevancia se debe a su aparición en las reglas de asociación: es un trabajo regular (Trabajo Habitual), no hay evaluación de riesgos (Evaluación de Riesgos), el tamaño de la empresa es de 1 a 9 trabajadores -equivalentes a empleados a tiempo completo- (tamaño de la empresa) y los trabajadores tienen entre 30 y 40 años (edad). El resto de los atributos no aparecen en más del 50% de los casos posibles, es decir, aparecen menos de 10 veces de las 20 encontradas.

Se han extraído reglas significativas en función de sus valores de soporte (superior al 10%), confianza (superior al 75%) y elevación (superior a 2). Los resultados de cada una de las fases de trabajo se presentan a continuación:

En la fase de cimentación y estructura, correspondiente con los inicios de la obra, existen dos atributos que forman parte de prácticamente todas las reglas de asociación consideradas en el estudio (Anexo II - Tabla 3.5, p. 230):

- el hecho anormal que origina el accidente (desviación - D7), que es un movimiento del cuerpo como consecuencia de o con esfuerzo físico, y
- la forma en que la víctima ha sido lesionada (forma de contacto - FC7), que es un sobreesfuerzo, trauma mental, radiación, ruido, etc.

Cabe destacar que existen antecedentes que solo son relevantes en esta fase de la obra. Es el caso de S4 y S5, que muestran la influencia del número de trabajadores que realizan trabajos en la obra en esa etapa (de 250 a 499 empleados y más de 500 empleados equivalentes a tiempo completo, respectivamente). Se han encontrado nueve reglas significativas que superan los mínimos establecidos para medidas de soporte, confianza y elevación (Anexo II - Tabla 3.6, p. 231). Aparece un antecedente relacionado con la ocupación de los trabajadores, (O4), trabajadores en hormigón armado, enfoscadores, ferrallistas y asimilados. El patrón con más atributos indica que es necesario atender a la prevención de accidentes por sobreesfuerzo en trabajadores subcontratados que realicen movimientos corporales que requieran esfuerzo físico, que estén realizando su trabajo habitual, aun teniendo evaluación de riesgos en la fase de cimentación y estructura.

La fase de tabiquería e instalaciones es habitualmente la más duradera en una obra de edificación. Se puede observar que, al igual que en la fase anterior, los consecuentes D7 y FC7 están vinculados a la mayoría de los antecedentes que aparecen en las reglas obtenidas (Anexo II - Tabla 3.5, p. 230). Entre los antecedentes predominantes en las reglas, hay dos que aparecen con mayor frecuencia en esta fase:

- ausencia de evaluación de riesgos (R2) y
- el número de trabajadores o un tamaño de empresa entre 1 y 9 empleados a tiempo completo.

Se han hallado doce reglas significativas que superan los mínimos establecidos para medidas de soporte, confianza y elevación (Anexo II - Tabla 3.7, p. 231). Su único consecuente es FC7. En cuanto a los antecedentes, en las doce reglas aparece una desviación respecto a un movimiento del cuerpo como consecuencia o con el esfuerzo físico (D7), seguido en frecuencia por el trabajador realizaba su trabajo habitual (H1). Aparece un antecedente relacionado con la ocupación de los trabajadores, que indica que los albañiles (O5) forman parte de los patrones accidentales consolidados mientras que los instaladores no. La existencia de evaluación de riesgos (R1) y “outsourcing” (OS) son los otros atributos que aparecen en las reglas de esta fase.

En la fase de finalización participan principalmente los oficios de pintores, carpinteros, escayolistas y soladores. Nuevamente, los consecuentes D7 y FC7 se ven afectados por el mayor número de antecedentes (Anexo II - Tabla 3.5, p. 230). Hay algunos antecedentes que son relevantes solo en esta fase:

- conducir o estar a bordo de un medio de transporte o equipo de carga (PA3). Relevante también en el transcurso completo de la obra.
- edad del trabajador entre 50 y 60 años (A5).
- antigüedad en el trabajo en el momento del accidente, entre 5 y 10 años (LS7).

Se han obtenido doce reglas significativas que superan los mínimos establecidos para medidas de soporte, confianza y elevación (Anexo II - Tabla 3.8, p. 231). Junto al ya mencionado consecuente FC7 aparece el FC3 o golpe contra un objeto inmóvil por parte de un trabajador en movimiento. En relación con los antecedentes, la desviación (D7), la existencia de evaluación de riesgos (R1), el trabajador realizaba su trabajo habitual (H1) y “outsourcing” (OS) son los otros atributos que aparecen en las reglas de esta fase. Sin embargo, en la regla de asociación que tiene como consecuencia FC3, el evento anormal que ocasiona el accidente o desviación es D5, es decir, una caída o un resbalón o tropiezo con una caída. Aparece un antecedente relacionado con la ocupación de los trabajadores en los patrones de esta fase (O14), otros trabajadores de acabado en la construcción.

En un último apartado se han agrupado todos los profesionales que realizan sus tareas durante todas las fases de la obra de construcción (encargados y peones o trabajadores no especializados). Los consecuentes D7 y FC7 son los que se ven afectados por un mayor número de antecedentes (Anexo II - Tabla 3.5, p. 230). Hay algunos antecedentes que son relevantes en el transcurso completo de la obra:

- conducir o estar a bordo de un medio de transporte o equipo de carga (PA3). En las fases solo es relevante en la de finalización.
- edad del trabajador entre 20 y 30 años (A2).

Se han obtenido quince reglas significativas que superan los mínimos establecidos para medidas de soporte, confianza y elevación (Anexo II - Tabla

3.9, p. 232). El único consecuente es FC7. En los antecedentes, D7 aparece en todas las reglas. El resto de los antecedentes relevantes (existe valoración de riesgos, subcontratación, obra habitual, obrero de la construcción) aparecen en ocho de las quince normas, variando desde las formadas por dos atributos hasta una formada por cinco. El valor de la variable ocupación que aparece en las reglas de asociación significativa es O16 (peón o trabajador no especializado).

De acuerdo con el objetivo general de este trabajo, hay que destacar la relevancia de diversos factores en la sustanciación de accidentes en la industria de la construcción, siendo el factor de subcontratación el que muestra en este estudio mayor nivel de importancia. En la industria de la construcción, existe evidencia de que la intensificación de la subcontratación ha contribuido en parte al problema de la seguridad en la construcción (Debrah y Ofori, 2001). La subcontratación también ha revelado un aumento en la dificultad de la gestión del sitio por parte del contratista principal y, por lo tanto, un efecto negativo en la seguridad (Yung, 2009). El efecto de la subcontratación en los accidentes laborales en la industria de la construcción se ha abordado durante décadas y de diversas maneras. El hecho de que esta variable revele su importancia en este estudio implica que aún queda mucho trabajo por hacer en este campo. Otro de los resultados destacados en la búsqueda de reglas de asociación en siniestros en la industria de la construcción ha sido la variable de evaluación de riesgos. La literatura aporta abundantes evidencias de la importancia de realizar evaluaciones de riesgos en este sector (Fung et al., 2010; Rubio-Romero & Gámez, 2005) y de su papel clave en la gestión de riesgos laborales (Reddy, 2015; Sousa et al., 2014; Wehbe et al., 2016). Sin embargo, varias investigaciones han cuestionado muchos aspectos de la evaluación de riesgos. En la presente investigación se encontró que tanto la existencia como la ausencia de una evaluación de riesgos laborales son factores que se encuentran en las reglas de asociación identificadas. Esto sugiere que la mera realización de una evaluación de riesgos no es eficaz para cumplir su función en la prevención de accidentes laborales. Además, los resultados muestran que las reglas de asociación de las variables difieren según la fase de la obra. En los patrones de accidentes de cada fase se identifican diferentes variables que pueden permitir una evaluación más precisa de los riesgos reales. Estos

resultados coinciden con los obtenidos en otros estudios sobre la importancia de la fase de construcción para la forma en que ocurre un accidente (INSHT, 2011; INSHT, 2016) y en investigaciones previas sobre mecanismos de accidentes en diferentes fases de un proyecto de construcción (Carrillo-Castrillo et al., 2017). Dividir el proyecto en varias partes para hacer las actividades más manejables y determinar los elementos de trabajo con precisión son esfuerzos beneficiosos para una evaluación de riesgos eficaz basada en actividades (Gürcanli et al., 2015). Los resultados que se muestran como reglas son fáciles de entender e incluso pueden servir para educar a los trabajadores sobre los riesgos laborales al leer en una regla de asociación una situación real que terminó en un accidente en el lugar de trabajo.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES FINALES

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES FINALES

5.1 CONCLUSIONES

En esta tesis doctoral, se han presentado tres artículos que suponen una contribución original al conocimiento sobre la generación y caracterización de los accidentes laborales en lugares de trabajo tan complejos y cambiantes como las obras de construcción dentro del amplio campo de la seguridad y salud laboral.

Tomando como base los resultados de esta investigación, se reseñan y trazan en este apartado las conclusiones, limitaciones y direcciones de investigaciones futuras sobre el análisis de la accidentalidad en el sector de la construcción en España.

En los tres artículos se ha seguido el camino tradicional de la evaluación de riesgos desde la percepción de los riesgos hasta su priorización, así como la causalidad de accidentes como ayuda eficaz para evaluar los riesgos teniendo en cuenta los accidentes que ya han ocurrido.

El enfoque novedoso de incorporar en el análisis las fases del proceso de construcción tiene la limitación impuesta por el hecho de que la literatura consultada no ha publicado referencias a este atributo en el campo del análisis de la accidentalidad, pero a su vez es su principal novedad.

En el primero de los artículos se ha centrado la atención sobre aspectos como la asociación entre la etapa del proceso de construcción, el tipo de causa de accidente identificada y el mecanismo de accidente. La toma en consideración de cada una de las distintas etapas del proceso de construcción en este análisis permite a los ingenieros, arquitectos y contratistas evaluar los riesgos y las condiciones del lugar de trabajo de manera más eficaz.

El hallazgo de diferencias significativas en la causalidad de los accidentes según el mecanismo del accidente y la etapa de construcción en curso, así como de que cada mecanismo de accidente tiene su propio patrón de causalidad característico puede utilizarse para priorizar acciones preventivas para combatir las causas más probables de cada mecanismo de accidente en cada una de las etapas de la construcción.

En las diferentes fases de las obras se deben impulsar diferentes acciones sobre las condiciones laborales. Esto permitirá una adecuada planificación y prevención de riesgos laborales basada en el conocimiento de los patrones de accidentes que se producen en cada fase. La identificación de patrones de accidentes directamente relacionados con las etapas constructivas de la obra de construcción puede proporcionar información valiosa para desarrollar estrategias de prevención de accidentes. Esto sería más efectivo que simplemente identificar los factores causales en el lugar de trabajo de la construcción. Con este conocimiento se puede incrementar la efectividad de las medidas o planes de acción a implementar para reducir la siniestralidad.

Es fundamental que los profesionales de la seguridad y salud laboral refuercen su conocimiento de las técnicas constructivas y los resultados y avances generados en la gestión de riesgos en las fases iniciales de la construcción. Además, parece razonable concluir que el enfoque de evaluación de riesgos de una obra debe prestar especial atención a las fases iniciales de la obra, considerando y evaluando diversas alternativas y estrategias, lo que mejoraría las valoraciones sometidas a la variabilidad de un experto.

En cuanto al segundo artículo, es conocido que los expertos en seguridad y salud en la construcción que realizan las evaluaciones de riesgos, roles críticos de seguridad en los proyectos de construcción, aunque pueden reconocer oportunamente los peligros para la seguridad y salud en el trabajo en los procesos de construcción, tienen diferentes estimaciones de la probabilidad y de la gravedad del riesgo debido a la intervención de diversos factores en el proceso de percepción individual y la variabilidad asociada al sujeto que evalúa es una de las grandes amenazas a los métodos de evaluación.

Los hallazgos encontrados en este segundo artículo han revelado que los coordinadores en materia de seguridad y salud demuestran cierto grado de consenso en sus percepciones de riesgo de accidente sobre las actividades de trabajo habituales en las obras de construcción. Este consenso resultante es consistente con la teoría de la construcción social del riesgo, manifestando la intervención de diversos factores en el proceso de percepción individual.

Los resultados también han puesto de manifiesto que los expertos al calificar los niveles de probabilidad y consecuencias de la materialización de un accidente lo hacen reflejando un cierto sesgo individual debido al sentido de riesgo de su cultura. Todos los expertos tienen diferentes estimaciones de la probabilidad de riesgo y diversos factores sociolaborales han sido significativos sobre los valores de los niveles de riesgo percibido. Se ha revelado cierta variabilidad en las percepciones del riesgo y se ha contribuido en cierta medida a responder la pregunta del por qué.

La información útil e interesante aportada sobre la relación entre diversos factores sociolaborales y la percepción del riesgo de accidentes en las actividades comunes de las obras de construcción puede usarse para incrementar la coherencia de las valoraciones de riesgos, contribuyendo a mejorar la base de la toma de decisiones que sigue a la determinación de los niveles de riesgo en la evaluación.

Hay evidencias suficientes de que uno de los mejores aliados de una adecuada evaluación de riesgos es la información proporcionada por el análisis de los datos notificados y registrados de los accidentes que ya han ocurrido. Por ello, para mejorar las valoraciones de riesgo en todas las industrias es valioso un mayor desarrollo e incrementar la investigación sobre los sistemas de notificación, registro y sistemas de bases de datos de accidentes laborales buscando armonizar los diferentes métodos y procedimientos para recopilar y compilar datos sobre accidentes laborales, en especial información sobre causas y circunstancias de los accidentes, en todos los países.

Es importante en este proceso de notificación y registro tener en cuenta las recomendaciones de la OIT como organismo mundial responsable de elaborar normas internacionales del trabajo y de prestar apoyo a los países para desarrollar su capacidad de tratar la seguridad y salud en el trabajo. Concretamente en Europa, ha sido un hito fundamental el desarrollo e implementación del proyecto European Statistics on Accidents at Work (ESAW), para la armonización de las estadísticas de accidentes laborales entre los estados miembros y que ha permitido abordar el tercero de los artículos.

La disponibilidad de datos fiables sobre los accidentes de trabajo favorecerá e impulsará a los investigadores a analizar las características de la cadena de sucesos que lleva a la ocurrencia del accidente desde diferentes perspectivas y a descubrir patrones en la causalidad. En esta investigación se ha añadido conocimiento a este campo localizando que hay patrones y factores recurrentes con múltiples relaciones en todas las fases de la obra. Se ha probado cómo existen factores y patrones determinados en cada fase de la obra de construcción. Se confirma que la subcontratación en la industria de la construcción es un factor crítico en los accidentes laborales y que en todas las fases constructivas es una variable relevante.

En cuanto al tercero de los artículos, y en relación con las reglas de asociación, aparecen variables en las reglas que son exclusivas de cada una de las fases de ejecución en la que se encuentra la obra de construcción y aparecen patrones de accidentalidad particulares dependiendo del avance de la obra. Se pone de manifiesto, por tanto, la importancia de la fase de construcción sobre la forma en que ocurren los accidentes haciendo interesante analizar los patrones de accidentes en cada una de las fases del trabajo por separado.

Se hace necesario destacar el efecto de la subcontratación como factor recurrente y con múltiples relaciones en la accidentalidad de todas las fases de la obra. Una recomendación para reducir su repercusión sería incrementar los esfuerzos para convencer a las empresas de que, al seleccionar una empresa subcontratada, es necesario considerar aspectos de la empresa relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, como su siniestralidad o sus certificaciones de seguridad y salud laboral. Por otro lado, se deberían incrementar los requisitos para las pequeñas empresas y autónomos subcontratados, para asegurar su educación y formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, ayudados por limitaciones impuestas por los legisladores a la práctica de la subcontratación, ayudando a eliminar los problemas de integración y coordinación que contribuyen a la siniestralidad.

En resumen, los hallazgos de estos artículos proporcionan una referencia valiosa a todos los agentes involucrados en la industria de la construcción (empresarios, reguladores, inspectores, profesionales, trabajadores) para ajustar la organización del trabajo, mejorar la gestión de riesgos, y adoptar

decisiones sobre medidas y los planes de acción preventivos y, por extensión, hacer que la prevención sea más efectiva.

La posibilidad de prevenir los riesgos de seguridad y salud laboral en la fase de construcción a menudo se remonta a las decisiones tomadas por personas que no se encuentran en esa fase y que en fases anteriores decidieron los procesos de construcción y sus especificaciones. Estas decisiones se toman antes de que comience el trabajo de ejecución de la obra construcción en la elaboración del plan de seguridad y salud. La mejora en la evaluación de riesgos en la fase de proyecto mediante la toma en consideración de los resultados hallados en estas investigaciones, permiten una mejor elaboración del plan de seguridad y salud.

La consideración de los hallazgos encontrados en las diferentes etapas de la obra permitirá mejorar sus acciones preventivas en términos de reducción y control de riesgos. Es importante animar a estos profesionales a incorporar otro tipo de factores en sus decisiones técnicas y a compartir experiencias con otros profesionales.

5.2 LIMITACIONES, APORTACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Aunque nuestra población objetivo para este estudio se centra en un territorio como Andalucía, el hecho de que exista relevancia en diversos factores sugiere que un estudio más amplio en extensión o en factores sociales y culturales producirían en los resultados una especificación aún más patente, probablemente significativa. Una posible extensión de este trabajo podría tomar la forma de una investigación sobre las razones por las cuales expertos de diferentes culturas y con diferentes grados de desarrollo en la industria de la construcción perciben los niveles de riesgo de manera diferente. También, la realización de estudios similares en otros países con codificación armonizada o compatible considerando las diferentes etapas del proceso constructivo.

Otra limitación, implícita en el uso de encuestas en línea, significa que la muestra ha podido no ser lo suficientemente representativa. Además, aunque las fotografías utilizadas en este estudio pertenecen a proyectos de construcción de edificios existentes, es posible que no representen adecuadamente las técnicas de construcción y, por supuesto, no son representativas de todas las obras de construcción.

Los hallazgos de este estudio pueden aportar información básica para que los responsables de la seguridad laboral ajusten sus valoraciones y mejoren la calidad de su toma de decisiones para reducir y controlar los riesgos de la construcción, incentivando a los expertos a estar constantemente actualizados y compartiendo experiencias con otros profesionales. Estos hallazgos se pueden utilizar como resultados preliminares para obtener una representación más precisa y completa de la génesis de los accidentes en cada una de las fases de la obra de construcción o desarrollar estudios con otro enfoque en la reducción de la accidentalidad en el sector. Por otro lado, pueden servir de base para profundizar en la relación entre los factores que han influido en la ocurrencia de accidentes o la dependencia entre los factores causales.

También contribuiría a este fin armonizar las evaluaciones de los niveles de riesgo entre todos los participantes de un proyecto de construcción, ayudando

a que las decisiones en materia de seguridad y salud laboral sean aceptadas más fácilmente por los trabajadores que se verán afectadas por ellas.

En cuanto a las medidas para aumentar la coherencia de las evaluaciones del nivel de riesgo, contribuyendo a la mejora de la base para la toma de decisiones que sigue a la evaluación de riesgos y a la adecuación de las valoraciones de riesgos sobre los procesos constructivos y su evolución, de este estudio surgen las siguientes recomendaciones:

- Impartir formación en prevención de riesgos laborales en todos los estudios universitarios cuyas titulaciones aparezcan como habilitador de la carrera profesional del coordinador en materia de seguridad y salud.
- Establecer los requisitos formativos complementarios a los que se imparten en la universidad de forma definitiva y obligatoria.
- Establecer un sistema de formación permanente de evaluadores con el objetivo de mantener actualizados los conocimientos y habilidades sobre los métodos de gestión de riesgos, evolución de procesos constructivos y materiales de construcción, evolución de medidas preventivas y comunicación en materia de seguridad y salud.
- Promover eventos y foros que permitan el intercambio de experiencias entre expertos en seguridad y salud en las obras de construcción, especialmente en la evaluación de riesgos en los procesos constructivos y circunstancias en la fase de ejecución de obra que con frecuencia corroboran sus peligros en accidentes.
- Mejorar los métodos de evaluación incorporando medidas para controlar la variabilidad de los evaluadores debido a factores individuales y evitar evaluaciones predeterminadas del nivel de riesgo. Esto facilitaría cerrar la brecha entre la teoría y la práctica de la evaluación de riesgos.
- Mejorar los procedimientos de notificación y registro de accidentes laborales en los sistemas oficiales y la recopilación y puesta de disposición pública de la información para facilitar la investigación de accidentes. Esta disponibilidad de datos más fiables sobre los accidentes de trabajo favorecerá e impulsará a los investigadores a analizar las características de la cadena de sucesos que lleva a la ocurrencia del accidente desde diferentes perspectivas.

Hay abiertas futuras líneas de investigación que pueden intentar descubrir información relevante sobre accidentalidad por fases de obra y por oficios en el sector de la construcción, existiendo importantes desafíos y posibilidades para los futuros investigadores.

El presente trabajo ha revelado diferencias en las percepciones del riesgo, pero aún está incompleta la respuesta a la pregunta de por qué. Las investigaciones futuras deben analizar otros atributos sociales y laborales utilizando las técnicas adecuadas para aumentar el conocimiento sobre por qué las percepciones del riesgo son diferentes y que camino hay que ir construyendo para obtener cada vez una valoración más precisa. Además, se sugieren otras líneas de investigación futura, en cuanto al papel del coordinador de seguridad y salud y la influencia que pueden en las evaluaciones del riesgo.

BIBLIOGRAFÍA Y LEGISLACIÓN

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, M., Mneymneh, B. E., Khoury, H. (2018). Assessing on-site construction personnel hazard perception in a Middle Eastern developing country: An interactive graphical approach. *Safety Science*, 103, 183-196.
- Abdat, F., Leclercq, S., Cuny, X., Tissot, C. (2014). Extracting recurrent scenarios from narrative texts using a Bayesian network: application to serious occupational accidents with movement disturbance. *Accident Analysis & Prevention*, 70, 155-166.
- Abdullah, D. N. M. A., Wern, G. C. M. (2012). Investigating factors that affect safety culture in construction sector. In *Humanities, Science and Engineering (CHUSER), 2012 IEEE Colloquium on* (pp. 21-25). IEEE.
- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2013). Priorities for occupational safety and health research in Europe: 2013-2020. URL: <https://osha.europa.eu/en/publications/priorities-occupational-safety-and-health-research-europe-2013-2020/view>
- Agrawal, R., Imielinski, T., Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. *ACM sigmod record*, 22, 207-216.
- Agrawal, R., Srikant, R. (1994). Fast algorithms for mining association rules. In *Proceedings 20th int. conference very large data base, VLDB*. volume 1215, 487-499.
- Al Mawli, B., Al Alawi, M., Elazouni, A., Al-Mamun, A. (2021). Construction SMEs safety challenges in water sector in Oman. *Safety Science*, 136, 105-156.
- Al-Bayati, A. J., Abudayyeh, O., Albert, A. (2018). Managing active cultural differences in U.S. construction workplaces: perspectives from non-hispanic workers. *Journal of Safety Research*, 66, 1-8.
- Ale, B. J., Bellamy, L. J., Baksteen, H., Damen, M., Goossens, L. H., Hale, A. R., Barro, M. L., Oh, J., Papazoglou, I. A., Whiston, J. Y. (2008). Accidents in the construction industry in the Netherlands: an analysis of accident

reports using Storybuilder. *Reliability Engineering & System Safety*, 93 (10), 1523-1533.

Althaus, C. E. (2005). A disciplinary perspective on the epistemological status of risk. *Risk Analysis*, 25 (3), 567-588.

Amiri, M., Ardeshir, A., Fazel Zarandi, M.H., Soltanaghaei, E. (2016). Pattern extraction for high-risk accidents in the construction industry: a data-mining approach. *International Journal of Injury Control Safety Promotion*, 23 (3), 264-276.

Aneziris, O. N., Topali, E., Papazoglou, I. A. (2012). Occupational risk of building construction. *Reliability Engineering & System Safety*, 105, 36-46.

Arboleda, C. A., Abraham, D. M. (2004). Fatalities in trenching operations—analysis using models of accident causation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130 (2), 273-280.

Arévalo Sarrate, C. (2016). Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo. Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, España.

Arezes, P. M., Miguel, A. S. (2008). Risk perception and safety behaviour: A study in an occupational environment. *Safety Science*, 46 (6), 900-907.

Asfaw, A., Pana-Cryan, R., Rosa, R. (2011). The business cycle and the incidence of workplace injuries: Evidence from the USA. *Journal of Safety Research*, 42 (1), 1-8.

Badri, A., Gbodossou, A., Nadeau, S. (2012). Occupational health and safety risks: Towards the integration into project management. *Safety Science*, 50 (2), 190-198.

Banks, M., (2008). Using visual data in qualitative research. Sage, Londres, Reino Unido.

Baraza, X., Cugueró-Escofet, N. (2021). Severity of occupational agricultural accidents in Spain, 2013-2018. *Safety Science*, 143, 105422.

- Barriuso, A. R., Escribano, B. V., Cañamares, M. S., García, M. G., Sáiz, A. R. (2018). Analysis and diagnosis of risk-prevention training actions in the Spanish construction sector. *Safety Science*, 106, 79-91.
- Barriuso, A. R., Escribano, B. V., Sáiz, A. R. (2021). The importance of preventive training actions for the reduction of workplace accidents within the Spanish construction sector. *Safety Science*, 134, 105090.
- Basha, S. A., Maiti, J. (2013). Relationships of demographic factors, job risk perception and work injury in a steel plant in India. *Safety Science*, 51 (1), 374–381.
- Beck, U., Lash, S., Wynne, B. (1992). *Risk society: Towards a new modernity* Sage, Nueva York, Estados Unidos.
- Beck, U., Rey, J. A. (2002). *La sociedad del riesgo global. Siglo Veintiuno*, Madrid, España.
- Best, R., Charness, N. (2015). Age differences in the effect of framing on risky choice: A meta-analysis. *Psychology and aging* 30 (3), 688.
- Bilir, S., Gürcanli, G. E. (2018). A method for determination of accident probability in construction industry. *Teknik Dergi*, 29 (4), 8537-8561.
- Blank, V. L., Andersson, R., Lindén, A., Nilsson, B. C. (1995). Hidden accident rates and patterns in the Swedish mining industry due to involvement of contractor workers. *Safety Science*, 21 (1), 23-35.
- Boix, P. (1999). Sprint o carrera de fondo. Reflexiones para un balance de situación acerca de la prevención de riesgos laborales. *Cuadernos de Relaciones Laborales*, 14, 17-32.
- Boix, P., García, A. M., Llorens, C., Torada, R. (2001). *Percepciones y Experiencias*. Instituto Sindical Trabajo, Ambiente y Salud, Valencia, España.
- Bonem, E. M., Ellsworth, P. C., Gonzalez, R. (2015). Age differences in risk: Perceptions, intentions and domains. *Journal of Behavioral Decision Making*, 28 (4), 317-330.

- Brolin, K., Lanner, D., Halldin, P. (2021). Work-related traumatic brain injury in the construction industry in Sweden and Germany. *Safety Science*, 136, 105147.
- Burstyn, I., Jonasi, L., Wild, T. C. (2010). Obtaining compliance with occupational health and safety regulations: a multilevel study using self-determination theory. *International Journal of Environmental Health Research*, 20 (4), 271-287.
- Byrnes, J.P. (2010). Cognitive development. *The Corsini Encyclopedia of Psychology* 1-3. John Wiley & Sons, Nueva York, Estados Unidos.
- Cagno, E., Di Giulio, A., Trucco, P. (2000). Risk and causes-of-risk assessment for an effective industrial safety management. *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 7 (02), 113-128.
- Calvario Parra, J.E. (2007). Masculinidad, riesgos y padecimientos laborales: jornaleros agrícolas del poblado Miguel Alemán. *Sonora. Región y sociedad*, 19 (40), 39-72.
- Cameron, I., Hare, B., Davies, R. (2008). Fatal and major construction accidents: A comparison between Scotland and the rest of Great Britain. *Safety Science*, 46 (4), 692-708.
- Camino López, M. A., Ritzel, D. O., Fontaneda, I., González Alcantara, O. J. (2008). Construction industry accidents in Spain. *Journal of Safety Research*, 39 (5), 497-507.
- Canamares, M. S., Escribano, B. V., García, M. G., Barriuso, A. R., Sáiz, A. R. (2017). Occupational risk-prevention diagnosis: A study of construction SMEs in Spain. *Safety Science*, 92, 104-115.
- Cantalejo, A. F., Aibar, M. M. T., de la Orden Rivera, M. V. (2005). Análisis de los accidentes de trabajo mortales en España. *Prevención, trabajo y salud: Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, 34, 24-42.
- Carrillo-Castrillo, J. A., Onieva, L. (2014). Framework for the use of official occupational accident investigations as a learning tool: Analysis of a public

programme for accident investigation in the manufacturing sector. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 17 (3), 212-232.

Carrillo-Castrillo, J. A., Rubio-Romero, J. C., Onieva, L. (2013). Causation of severe and fatal accidents in the manufacturing sector. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 19 (3), 423-434.

Carrillo-Castrillo, J. A., Rubio-Romero, J. C., Onieva, L., López-Arquillos, A. (2016). The causes of severe accidents in the Andalusian manufacturing sector: the role of human factors in official accident investigations. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26 (1), 68-83.

Carrillo-Castrillo, J. A., Rubio-Romero, J. C., Guadix, J., Onieva, L. (2015). Risk assessment of maintenance operations: The analysis of performing task and accident mechanism. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 22 (3), 267-277.

Carrillo-Castrillo, J. A., Trillo-Cabello, A. F., Rubio-Romero, J. C. (2017). Construction accidents: identification of the main associations between causes, mechanisms and stages of the construction process. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 23 (2), 240-250.

Castillo-Rosa, J., Suárez-Cebador, M., Rubio-Romero, J. C., Aguado, J. A. (2017). Personal factors and consequences of electrical occupational accidents in the primary, secondary and tertiary sectors. *Safety Science*, 91, 286-297.

CES, Consejo Económico y Social (2016). El papel del sector de la construcción en el crecimiento económico: competitividad, cohesión y calidad de vida. Consejo Económico y Social. Departamento de publicaciones. Consejo Económico y Social, Madrid, España.

CES, Consejo Económico y Social (2017). Memoria sobre la situación socioeconómica y laboral de España en 2016. Consejo Económico y Social. Consejo Económico y Social, Madrid, España.

- Cifre, E., Salanova Soria, M., Franco Gonzalez, J. (2011). Riesgos psicosociales de hombres y mujeres en el trabajo: ¿Una cuestión de diferencias? *Gestión Práctica de Riesgos Laborales*, 82, 28-36
- Conte, J. C., Rubio, E. A., García, A. I., Cano, F. J. (2011a). Correspondence model of occupational accidents. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83, 1131-1146.
- Conte, J. C., Rubio, E. A., García, A. I., Cano, F. J. (2011b). Occupational accidents model based on risk–injury affinity groups. *Safety Science*, 49 (2), 306-314.
- Cordellieri, P., Baralla, F., Ferlazzo, F., Sgalla, R., Piccardi, L., Giannini, A. M. (2016). Gender effects in young road users on road safety attitudes, behaviors and risk perception. *Frontiers in Psychology*, 7, 1412.
- Cortés Díaz, J. M. (2018). *Técnicas de prevención de riesgos laborales*. Editorial Tebar, Madrid, España.
- Courtenay, W. H. (2000). Constructions of masculinity and their influence on men's wellbeing: a theory of gender and health. *Social Science & medicine*, 50 (10), 1385-1401.
- Covello, V. T., Merkhoher, M. W. (2013). *Risk assessment methods: approaches for assessing health and environmental risks*. Springer Science & Business Media, Nueva York, Estados Unidos.
- Covello, V. T., Mumpower, J. (1985). Risk analysis and risk management: an historical perspective. *Risk analysis*, 5 (2), 103-120.
- Chau, N., Gauchard, G. C., Siegfried, C., Benamghar, L., Dangelzer, J. L., Français, M., Jacquin, R., Sourdou, A., Perrin, P.P., Mur, J. M. (2004). Relationships of job, age, and life conditions with the causes and severity of occupational injuries in construction workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77, 60-66.
- Chen, W. T., Liu, S. S., Liou, S. W., Sun, W. Z. (2012). Discrepancies between Management and Labor Perceptions of Construction Site Safety. *Applied Mechanics and Materials*, 174, 2950-2956.

- Cheng, C. W., Leu, S. S., Cheng, Y. M., Wu, T. C., Lin, C. C. (2012). Applying data mining techniques to explore factors contributing to occupational injuries in Taiwan's construction industry. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 214-222.
- Cheng, C. W., Leu, S. S., Lin, C. C., Fan, C. (2010). Characteristic analysis of occupational accidents at small construction enterprises. *Safety Science*, 48 (6), 698-707.
- Cheng, C. W., Lin, C. C., Leu, S. S. (2010). Use of association rules to explore cause–effect relationships in occupational accidents in the Taiwan construction industry. *Safety Science*, 48 (4), 436-444.
- Cheng, Y., der Yu, W., Li, Q. (2015). GA-based multi-level association rule mining approach for defect analysis in the construction industry. *Automation in Construction*. 51, 78-91.
- Chi, C. F., Chang, T. C., Hung, K. H. (2004). Significant industry–source of injury–accident type for occupational fatalities in Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34 (2), 77-91.
- Chi, C. F., Chang, T. C., Ting, H. I. (2005). Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. *Applied Ergonomics*, 36 (4), 391-400.
- Chi, C. F., Lin, S. Z., Dewi, R. S. (2014). Graphical fault tree analysis for fatal falls in the construction industry. *Accident Analysis & Prevention*, 72, 359-369.
- Chi, C. F., Yang, C. C., Chen, Z. L., (2009). In-depth accident analysis of electrical fatalities in the construction industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39 (4), 635-644.
- Chinda, T. (2015). Examination of Thai construction safety factors using the analytic hierarchy process. *International Journal of Smart Home*, 9 (7), 285-292.
- Chmutina, K., Rose, J. (2018). Building resilience: Knowledge, experience and perceptions among informal construction stakeholders. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 158-164.

- Choi, S. D., Guo, L., Kim, J., Xiong, S. (2019). Comparison of fatal occupational injuries in construction industry in the United States, South Korea, and China. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 71, 64-74.
- Davis, M. E. (2012). Perceptions of occupational risk by US commercial fishermen. *Marine Policy*, 36 (1), 28-33.
- De Solminihaç, H. (2011). *Procesos y técnicas de construcción*. Ediciones UC, Santiago, Chile.
- Debrah, Y. A., Ofori, G. (2001). Subcontracting, foreign workers and job safety in the Singapore construction industry. *Asia Pacific Business Review*, 8 (1), 145-166.
- DeJoy, D. M. (1986). A behavioral-diagnostic model for self-protective behavior in the workplace. *Professional Safety*, 31(12), 26-30.
- Dias, L. M. A. (2004). Occupational safety and health coordination in the construction industry in European Union Countries. URL: https://ww1.issa.int/sites/default/files/documents/prevention/2_-_OSHC_in_the_Construction_Industry_en-36549.pdf
- Dong, C., Wang, F., Li, H., Ding, L., Luo, H. (2018). Knowledge dynamics-integrated map as a blueprint for system development: applications to safety risk management in Wuhan metro project. *Automation in Construction* 93, 112-122.
- Dong, X., Ringen, K., Men, Y., Fujimoto, A. (2007). Medical costs and sources of payment for work-related injuries among Hispanic construction workers. *Journal of occupational and environmental medicine* 49 (12), 1367-1375.
- Douglas, M., Wildavsky, A. (1983). *Risk and culture: An essay on the selection of technological and environmental dangers*. Editorial de la Universidad de California, Oakland, Estados Unidos.
- Dulaimi, M., Chin, K. Y. K. (2009). Management perspective of the balanced scorecard to measure safety culture in construction projects in Singapore. *International Journal of Construction Management*, 9 (1), 13-25.

- Durán López, F., Tudela Cambroner, G., Valdeolivas García, Y. (2008). Informe sobre la situación de la prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción en España. Edisofer, Madrid, España.
- Eastman, C., Lee, J. M., Jeong, Y. S., Lee, J. K. (2009). Automatic rule-based checking of building designs. *Automation in Construction*, 18, 1011-1033
- Eliasson, K., Palm, P., Nyman, T., Forsman, M. (2017). Inter-and intra-observer reliability of risk assessment of repetitive work without an explicit method. *Applied Ergonomics*, 62, 1-8.
- European Commission. (2001). *European Statistics on Accidents at Work (ESAW): Methodology*. Unión Europea, Luxemburgo, Luxemburgo.
- Eurostat (2013). *European Statistics on Accidents at Work (ESAW)—Summary Methodology*. Unión Europea, Luxemburgo, Luxemburgo.
- Eustat - Euskal Estatistika Erakundea (2021). Tipo de obra (Construcción). URL: https://www.eustat.eus/documentos/opt_0/tema_41/elem_1674/definicion.html
- Fabiani, J. L. (1987). *La societe vulnerable: evaluer et maitriser les risques*. Ecole normale superieure, Paris, Francia.
- Fang, D. P., Xie, F., Huang, X. Y., Li, H. (2004). Factor analysis-based studies on construction workplace safety management in China. *International Journal of Project Management*, 22 (1), 43-49.
- Fernández, L., Pérez, M., Menéndez, M., Lázara, M. (2008). *Accidentes e incidentes de trabajo: Guía sindical*. URL: https://www.ccoo.cat/pdf_documents/AATT.pdf
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., Vázquez-Ordás, C. J. (2018). Occupational accidents and the economic cycle in Spain 1994-2014. *Safety Science*, 106, 273-284.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., Vázquez-Ordás, C. J. (2009). Relation between occupational safety management and firm performance. *Safety Science*, 47, 980-991.

- Feyer, A. M., Williamson, A. M. (1991). A classification system for causes of occupational accidents for use in preventive strategies. *Scandinavian Journal of work, Environment & Health*, 17(5), 302-311.
- Findley, M., Smith, S., Gorski, J., O'neil, M. (2007). Safety climate differences among job positions in a nuclear decommissioning and demolition industry: Employees' self-reported safety attitudes and perceptions. *Safety Science*, 45 (8), 875-889.
- Fonseca, E. D., Lima, F. P., Duarte, F. (2014). From construction site to design: The different accident prevention levels in the building industry. *Safety Science*, 70, 406-418.
- Forteza, F. J., Carretero-Gómez, J. M., Sese, A. (2017). Occupational risks, accidents on sites and economic performance of construction firms. *Safety Science*, 94, 61-76.
- Fragouli, E., Theodoulou, P. (2015). The way people and societies perceive the nature and context of risk is different, due to psychological and cultural issues. *Journal of Economics and Business*, 18 (1), 29-46.
- Fraile, A. (2011). NTP 924: Causas de accidentes: clasificación y codificación. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: Madrid, España.
- Fung, I. W., Tam, V. W., Lo, T. Y., Lu, L. L. (2010). Developing a risk assessment model for construction safety. *International Journal of Project Management*, 28 (6), 593-600.
- Fung, I. W., Lo, T. Y., Tung, K. C. (2012). Towards a better reliability of risk assessment: Development of a qualitative & quantitative risk evaluation model (Q2REM) for different trades of construction works in Hong Kong. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 167-184.
- Gallastegi, M., Jiménez-Zabala, A., Molinuevo, A., Aurrekoetxea, J.J., Santa-Marina, L., Vozmediano, L., Ibarluzea, J. (2019). Exposure and health risks perception of extremely low frequency and radiofrequency electromagnetic fields and the effect of providing information. *Environmental Research*, 169, 501-509.

- Gallego, V., Sánchez, A., Martón, I., & Martorell, S. (2021). Analysis of occupational accidents in Spain using shrinkage regression methods. *Safety Science*, 133, 105000.
- Gambatese, J.A., Behm, M., Rajendran, S. (2008). Design's role in construction accident causality and prevention: perspectives from an expert panel. *Safety Science*, 46 (4), 675-691.
- Gangoells, M., Casals, M., Forcada, N., Roca, X., Fuertes, A. (2010). Mitigating construction safety risks using prevention through design. *Journal of Safety Research*, 41 (2), 107-122.
- Gao, R., Chan, A. P., Utama, W. P., Zahoor, H. (2016). Workers' perceptions of safety climate in international construction projects: effects of nationality, religious belief, and employment mode. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143 (4), 04016117.
- García Acosta, V., (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos*, 19, 11-24.
- Gibb, A., Lingard, H., Behm, M., Cooke, T. (2014). Construction accident causality: learning from different countries and differing consequences. *Construction Management and Economics*, 32 (5), 446-459.
- Goldenhar, L. M., Sweeney, M. H. (1996). Tradeswomen's perspectives on occupational health and safety: A qualitative investigation. *American Journal of Industrial Medicine*, 29 (5) 516-520.
- Golizadeh, H., Hon, C. K., Drogemuller, R., Hosseini, M. R. (2018). Digital engineering potential in addressing causes of construction accidents. *Automation in Construction*, 95, 284-295.
- Goncalves Filho, A. P., Waterson, P., Jun, G. T. (2021). Improving accident analysis in construction—Development of a contributing factor classification framework and evaluation of its validity and reliability. *Safety Science*, 140, 105303.
- González-Martín, B., Pumares, P., Rojas, A. J. (2010). El “colapso” del sector de la construcción y sus repercusiones sociolaborales sobre la población

inmigrante. Análisis de las fuentes estadísticas. Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces, Sevilla, España.

Grill, M., Nielsen, K. (2019). Promoting and impeding safety—A qualitative study into direct and indirect safety leadership practices of constructions site managers. *Safety Science*, 114, 148-159.

Gunduz, M., Birgonul, M.T., Ozdemir, M. (2017). Fuzzy structural equation model to assess construction site safety performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143 (4), 04016112.

Guo, B. H., Goh, Y. M. (2017). Ontology for design of active fall protection systems. *Automation in Construction*, 82, 138-153.

Guo, S., Zhang, P., Ding, L. (2019). Time-statistical laws of workers' unsafe behavior in the construction industry: a case study. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 515, 419-429.

Gürcanli, G. E., Bilir, S., Sevim, M. (2015). Activity based risk assessment and safety cost estimation for residential building construction projects. *Safety Science*, 80, 1-12.

Gürcanli, G. E., Müngen, U. (2009). An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39 (2), 371-387.

Hale, A. R., Ale, B. J., Goossens, L. H., Heijer, T., Bellamy, L. J., Mud, M. L., Roelen, A., Baksteen, H., Post, J., Papazoglou, I. A., Bloemhoff, A., Oh, J. I. (2007). Modeling accidents for prioritizing prevention. *Reliability Engineering & System Safety*, 92 (12), 1701-1715.

Hale, A., Walker, D., Walters, N., Bolt, H. (2012). Developing the understanding of underlying causes of construction fatal accidents. *Safety Science*, 50 (10), 2020-2027.

Hallowell, M., (2010). Safety risk perception in construction companies in the Pacific Northwest of the USA. *Construction Management and Economics*, 28 (4), 403-413.

- Hasebe, T., Sakai, T. (2018). Are elderly workers more likely to die in occupational accidents? Evidence from both industry-aggregated data and administrative individual-level data in japan. *Japan and the World Economy*, 48, 79-89,
- Haslam, R. A., Hide, S. A., Gibb, A. G., Gyi, D. E., Pavitt, T., Atkinson, S., Duff, A. R. (2005). Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics*, 36 (4), 401-415.
- Hawkes, G., Houghton, J., Rowe, G. (2009). Risk and worry in everyday life: Comparing diaries and interviews as tools in risk perception research. *Health, Risk & Society*, 11 (3), 209-230.
- Hawkes, G., Rowe, G. (2008). A characterisation of the methodology of qualitative research on the nature of perceived risk: trends and omissions. *Journal of Risk Research*, 11 (5), 617-643.
- Heinrich, H. W. (1941). *Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach.* McGraw-Hill, Nueva York, Estados Unidos.
- Heinrich, H. W., Roos, N., Petersen, D. (1931). *Industrial Accident Prevention* McGraw-Hill, Nueva York, Estados Unidos.
- Hide, S. A., Atkinson, S., Pavitt, T. C., Haslam, R., Gibb, A. G., Gyi, D. E. (2003). *Causal factors in construction accidents.* Health and Safety Executive, Londres, Reino Unido.
- Hinze, J. W., Teizer, J. (2011). Visibility-related fatalities related to construction equipment. *Safety Science*, 49 (5), 709-718.
- Hinze, J., Huang, X., Terry, L. (2005). The nature of struck-by accidents. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131 (2), 262-268.
- Hinze, J., Pedersen, C., Fredley, J. (1998). Identifying root causes of construction injuries. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124 (1), 67-71.
- Hola, B., Szóstak, M. (2017a). Methodology of analysing the accident rate in the construction industry. *Procedia Engineering*, 172, 355-362.

- Hola, B., Szóstak, M. (2017b). An occupational profile of people injured in accidents at work in the polish construction industry. *Procedia Engineering*, 208, 43-51.
- Hollnagel, E. (2008). Risk+ barriers= safety?. *Safety Science*, 46 (2), 221-229.
- Hollnagel, E., Goteman, O. (2004). The functional resonance accident model. *Proceedings of cognitive system engineering in process plant*, 2004, 155-161.
- Høyland, S. A., Skotnes, R. Ø., Holte, K. A. (2018). An empirical exploration of the presence of HRO safety principles across the health care sector and construction industry in Norway. *Safety Science*, 107, 161-172.
- Huang, Y. H., Chen, J. C., DeArmond, S., Cigularov, K., Chen, P. Y. (2007). Roles of safety climate and shift work on perceived injury risk: A multi-level analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 39 (6), 1088-1096.
- Hurst, N., (2007). Risk assessment: the human dimension. *Royal Society of Chemistry*. Infante, M., Roman, M., Traverso, J., 2012. The spanish construction sector under gender perspective. *Analysis of working conditions*. *Revista de la Construcción*, 11 (1), 32-43.
- Ikpe, E., Hammon, F., Oloke, D. (2012). Cost-benefit analysis for accident prevention in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138 (8), 991-998.
- Im, H. J., Kwon, Y. J., Kim, S. G., Kim, Y. K., Ju, Y. S., Lee, H. P. (2009). The characteristics of fatal occupational injuries in Korea's construction industry, 1997–2004. *Safety Science*, 47 (8), 1159-1162.
- INE (2021). Anuario Estadístico. Instituto Nacional de Estadística. URL: <https://www.ine.es/>.
- INSHT (2000). ERGA-Noticias. Número 65. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid. España.
- INSHT (2011a). Análisis de mortalidad por accidente de trabajo en España. 2008-2009-2010. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid. España.

INSHT, (2011b). Seguridad en el trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España.

INSHT, (2016). Análisis de mortalidad por accidente de trabajo en España. 2011 – 2012 - 2013. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad, Madrid, España.

INSHT, (2016). Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. URL: <https://www.insst.es/documents/94886/211340/ESTRATEGIA+SST+1520.pdf/6ad555c4-d5d8-4ab5-8c27-f576e1cd6230?t=1528113524934>

INSST, (2014). ERG@online. Número 137. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España.

INSST, (2020a). Análisis de mortalidad por accidente de trabajo en España. 2014 – 2015 - 2016. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, España.

INSST, (2020b). Informe anual de accidentes de trabajo en España 2019. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, España.

INSST, (2020c). Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007-2012 y planes de acción. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. URL: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Estrategia+Espa%C3%B1ola+de+SST++2007-2019+y+planes+de+acci%C3%B3n/a1b9a7c1-c77d-4613-8a5f-5f7ec6fd4869>

INSST, (2021a). Informes de Siniestralidad Laboral. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo URL: <https://www.insst.es/el-instituto-al-dia>

INSST, (2021b). Observatorio Estatal de Condiciones de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. URL: <https://www.insst.es/el-observatorio>

- Iranzo Y., Piqué T. (2011). NTP 918: Coordinación de actividades empresariales (I). Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: Madrid, España, 1-8.
- ISO (2010). ISO 31010: Risk Management—Risk assessment techniques (). International Organization for Standardization, Ginebra, Suiza.
- ISO. (2009). ISO 31000: Risk Management—Principles and Guidelines (). International Organization for Standardization, Ginebra, Suiza.
- ITeC. (2021). Sumario Informe Euroconstruct. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. URL: <https://itec.es/servicios/estudios-mercado/euroconstruct-sumario-ultimo-informe/>
- Jacinto, C. Aspinwall, E. (2003). Work accidents investigation technique (WAIT) – Part I. Safety Science Monitor, 7(1), 1-17.
- Jacinto, C., Aspinwall, E. (2004). A survey on occupational accidents' reporting and registration systems in the European Union. Safety Science, 42 (10), 933-960.
- Jacinto, C., Canoa, M., Soares, C. G. (2009). Workplace and organisational factors in accident analysis within the Food Industry. Safety Science, 47 (5), 626-635.
- Jacinto, C., Silva, C. (2010). A semi-quantitative assessment of occupational risks using bow-tie representation. Safety Science, 48 (8), 973-979.
- Jacinto, C., Soares, C. G. (2008). The added value of the new ESAW/Eurostat variables in accident analysis in the mining and quarrying industry. Journal of Safety Research, 39 (6), 631-644.
- Jankovský, M., Allman, M., Allmanová, Z., Ferenčík, M., Merganič, J., Messingerová, V. (2019). Is timber haulage safe? A ten year study of occupational accidents. Safety Science, 113, 154-160.
- Jannadi, O.A., Almishari, S. (2003). Risk assessment in construction. Journal of Construction Engineering and Management, 129 (5), 492-500.
- Jerez Ramirez, D. O. (2015). Construcción social del riesgo de desastres: la Teoría de Representaciones Sociales y el enfoque social en el estudio de

problemáticas socioambientales. Pasado, presente y futuro de las regiones en México y su estudio. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A. C., México. URL: <http://ru.iiec.unam.mx/2810/1/Eje1-038-Jerez.pdf>

Jo, B., Lee, Y., Kim, J., Khan, R. (2017). Trend analysis of construction industrial accidents in Korea from 2011 to 2015. *Sustainability*. 9, 1297.

Johnstone, R., Mayhew, C., Quinlan, M. (2000). Outsourcing risk-the regulation of occupational health and safety where subcontractors are employed. *Comparative Labor Law & Policy Journal*, 22(2-3), 351.

Kale, Ö. A., Baradan, S. (2020). Identifying factors that contribute to severity of construction injuries using logistic regression model. *Teknik Dergi*, 31 (2), 9919-9940.

Kang, K., Ryu, H. (2019). Predicting types of occupational accidents at construction sites in Korea using random forest model. *Safety Science*, 120, 226-236.

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), 04017043.

Kartam, N. A., Flood, I., Koushki, P. (2000). Construction safety in Kuwait: issues, procedures, problems, and recommendations. *Safety Science*, 36 (3), 163-184.

Kasperson, R. E., Renn, O., Slovic, P., Brown, H. S., Emel, J., Goble, R., Kasperson, J., Ratick, S. (1988). The social amplification of risk: A conceptual framework. *Risk Analysis*, 8 (2), 177-187.

Katsakiori, P., Sakellaropoulos, G., Manatakis, E. (2009). Towards an evaluation of accident investigation methods in terms of their alignment with accident causation models. *Safety Science*, 47 (7), 1007-1015.

Kemei, R., Nyerere, J. (2016). Occupational accident patterns and prevention measures in construction sites in Nairobi County Kenya. *American Journal of Civil Engineering*, 4 (5), 254-263.

- Khanzode, V. V., Maiti, J., Ray, P. K. (2012). Occupational injury and accident research: A comprehensive review. *Safety Science*, 50 (5), 1355-1367.
- Khoshnava, S. M., Rostami, R., Zin, R. M., Mishra, A. R., Rani, P., Mardani, A., Alrasheedi, M. (2020). Assessing the impact of construction industry stakeholders on workers' unsafe behaviours using extended decision making approach. *Automation in Construction*, 118, 103162.
- Kjellén, U. (2000). *Prevention of accidents through experience feedback*. CRC Press, Londres, Reino Unido.
- Knime (2020). Knime analytics platform. URL: <https://www.knime.com/>.
- Koc, K., Ekmekcioğlu, Ö., Gurgun, A. P. (2021). Integrating feature engineering, genetic algorithm and tree-based machine learning methods to predict the post-accident disability status of construction workers. *Automation in Construction*, 131, 103896.
- Leeson, G. W. (2006). The employment equality (age) regulations and beyond. *Ageing Horizons* 5, 12-19.
- Leung, M. Y., Chan, I. Y. S., Yu, J. (2012). Preventing construction worker injury incidents through the management of personal stress and organizational stressors. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 156-166.
- Li, H., Li, X., Luo, X., Siebert, J. (2017). Investigation of the causality patterns of non-helmet use behavior of construction workers. *Automation in Construction*, 80, 95-103.
- Li, X., Zhu, R., Ye, H., Jiang, C., Benslimane, A. (2021). MetaInjury: Meta-learning framework for reusing the risk knowledge of different construction accidents. *Safety Science*, 140, 105315.
- Liao, C. W., Perng, Y. H. (2008). Data mining for occupational injuries in the Taiwan construction industry. *Safety Science*, 46, 1091-1102.
- Lichtenstein, S., Slovic, P., Fischhoff, B., Layman, M., Combs, B. (1978). Judged frequency of lethal events. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4 (6), 551.

- Loosemore, M., Malouf, N. (2019). Safety training and positive safety attitude formation in the Australian construction industry. *Safety Science*, 113, 233-243.
- López, A. P., Reyes, F. G. (1999). La Percepción social del riesgo: Algo más que discrepancia expertos/público. *Nucleus*, (26).
- López-Arquillos, A., Rubio-Romero, J. C., Gibb, A. (2012). Analysis of construction accidents in Spain, 2003-2008. *Journal of Safety Research*, 43 (5-6), 381-388.
- López-Arquillos, A., Rubio-Romero, J. C., Gibb, A. (2015). Accident data study of concrete construction companies' similarities and differences between qualified and non-qualified workers in Spain. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 21 (4), 486-492.
- López-Arquillos, A., Rubio-Romero, J. C., Martínez-Aires, M. D. (2015). Prevention through Design (PtD). The importance of the concept in Engineering and Architecture university courses. *Safety Science* 73, 8-14.
- López-Toro, A. A., Pardo-Ferreira, M. C., Martínez-Rojas, M., Carrillo-Castrillo, J. A., Rubio-Romero, J. C. (2021). Analysis of occupational accidents during the chainsaws use in Andalucía. *Safety Science*, 143, 105436.
- Lozano-Díez, R. V., López-Zaldívar, O., Del Cura, S. H., Verdú-Vázquez, A. (2019). Analysis of the impact of health and safety coordinator on construction site accidents: The case of Spain. *Journal of Safety Research*, 68, 149-156.
- Lu, S., Yan, H. (2013). A comparative study of the measurements of perceived risk among contractors in China. *International Journal of Project Management*, 31 (2), 307-312.
- Luhmann, N. (2007). *La sociedad de la sociedad*. Universidad Iberoamericana. Herder, México, México
- Luján Alcaraz, J. (2004). Las disposiciones mínimas de seguridad y salud laboral en las obras de construcción. *Aranzadi social*, 5, 173-186.

- Maas, C. J., Hox, J. J. (2004). The influence of violations of assumptions on multilevel parameter estimates and their standard errors. *Computational Statistics & Data Analysis*, 46 (3), 427-440.
- Maas, C. J., Hox, J. J. (2005). Sufficient sample sizes for multilevel modeling. *Methodology*, 1 (3), 86-92.
- Macchia, J. L. (2007). *Prevención de accidentes en las obras*. Nobuko, Madrid, España.
- Man, S. S., Chan, A. H. S., Alabdulkarim, S. (2019). Quantification of risk perception: Development and validation of the construction worker risk perception (CoWoRP) scale. *Journal of Safety Research*, 71, 25-39.
- Martínez-Aires, M. D., López-Alonso, M., Martínez-Rojas, M. (2018). Building information modeling and safety management: a systematic review. *Safety Science*, 101, 11-18.
- Martínez-Aires, M. D., Rubio-Gámez, M. C., Gibb, A. (2010). Prevention through design: The effect of European Directives on construction workplace accidents. *Safety Science*, 48 (2), 248--258.
- Martínez Barroso, M. R. (2007). La siniestralidad laboral en el sector de la construcción: mecanismos legales dirigidos a su prevención en el autoempleo. *Revista universitaria de ciencias del trabajo*, 8, 111-142.
- Martínez-Rojas, M., Antolín, R. M., Salguero-Caparrós, F., Rubio-Romero, J. C. (2020). Management of construction safety and health plans based on automated content analysis. *Automation in Construction*, 120, 103362.
- Martínez-Rojas, M., Marín, N., Molina, C., Vila, M. (2015). Cost analysis in construction projects using fuzzy OLAP cubes. In: 2015 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE) (pp. 1-8). IEEE.
- Martínez-Rojas, M., Marín, N., Vila, M.A. (2013). A preliminary approach to classify work descriptions in construction projects. In: 2013 Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS), IEEE, pp. 1090-1095.

- Martínez-Rojas, M., Soto-Hidalgo, J. M., Marín, N., Vila, M. A. (2018). Using classification techniques for assigning work descriptions to task groups on the basis of construction vocabulary. *Computer-Aided Civil Infrastructure Engineering*, 33 (11), 966-981.
- Martínez-Rojas, M., Soto-Hidalgo, J. M., Martínez-Aires, M. D., Rubio-Romero, J. C. (2021). An analysis of occupational accidents involving national and international construction workers in Spain using association rule technique. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, in press. URL: <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1901433>
- Marzouk, M., Enaba, M. (2019). Text analytics to analyze and monitor construction project contract and correspondence. *Automation In Construction*, 98, 265-274.
- Mayhew, C., Quintan, M., Ferris, R. (1997). The effects of subcontracting/outsourcing on occupational health and safety: survey evidence from four Australian industries. *Safety Science*, 25 (1-3), 163-178.
- Mazumdar, A., Nirmalya Sen, K., Nath Lahiri, B. (2007). Two-tier Haddon matrix approach to fault analysis of accidents and cybernetic search for relationship to effect operational control: A case study at a large construction site. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 13 (1), 49-61.
- McLain, D. L., Jarrell, K. A. (2007). The perceived compatibility of safety and production expectations in hazardous occupations. *Journal of safety Research*, 38 (3), 299-309.
- Meardi, G., Martin, A., Riera, M. L. (2012). Constructing uncertainty: Unions and migrant labour in construction in Spain and the UK. *Journal of Industrial Relations*, 54 (1), 5-21.
- Memarian, B., Mitropoulos, P. (2013). Accidents in masonry construction: The contribution of production activities to accidents, and the effect on different worker groups. *Safety Science*, 59, 179-186.

- Mínguez, J. B. P., Moreno, A.S., (2004). Calidad del diseño en la construcción. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España.
- Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social (2019). Anuario Estadístico URL: <https://www.mites.gob.es/>
- Mitchell, V. W. (1995). Organizational risk perception and reduction: A literature review. *British Journal of Management*, 6 (2), 115-133.
- Mohamed, S. (2003). Scorecard approach to benchmarking organizational safety culture in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129 (1), 80-88.
- Mohamed, S., Ali, T. H., Quresh, A. S. (2006). Safety behavior in the construction industry in Pakistan. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*, 25 (3), 207.
- Mohamed, S., Ali, T. H., Tam, W. Y. V. (2009). National culture and safe work behaviour of construction workers in Pakistan. *Safety Science*, 47 (1), 29-35.
- Mohammadi, A., Tavakolan, M., Khosravi, Y. (2018). Factors influencing safety performance on construction projects: a review. *Safety Science*, 109, 382-397.
- Mora, J. G. (2015). Gestión y organización de la prevención. Siniestralidad: seguridad y salud laboral. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Morgan, J., Reidy, J., Probst, T. (2019). Age Group Differences in Household Accident Risk Perceptions and Intentions to Reduce Hazards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (12), 2237.
- Muñoz, J. M. E., Alonso, F. T. (2015). Un análisis crítico del Espacio Europeo de Educación Superior como reforma de la enseñanza universitaria: los programas Verifica y Docencia en el contexto español. *Educación em Revista*, 31 (57), 81-97.

Na, X. U., Ling, M. A., Liu, Q., Li, W. A. N. G., Deng, Y. (2021). An improved text mining approach to extract safety risk factors from construction accident reports. *Safety Science*, 138, 105216.

Nelkin, D. (1989). Communicating technological risk: The social construction of risk perception. *Annual Review of Public Health*, 10 (1), 95-113.

Nenonen, S. (2011). Fatal workplace accidents in outsourced operations in the manufacturing industry. *Safety Science*, 49 (10), 1394-1403.

Newaz, M. T., Davis, P., Jefferies, M., Pillay, M. (2019). Using a psychological contract of safety to predict safety climate on construction sites. *Journal of Safety Research*, 68, 9-19.

Ng, S. T., Tang, Z. (2010). Labour-intensive construction sub-contractors: Their critical success factors. *International Journal of Project Management*, 28 (7), 732-740.

Nielsen, K. J. (2014). Improving safety culture through the health and safety organization: a case study. *Journal of Safety Research*, 48, 7-17.

Niskanen, T., Naumanen, P., Hirvonen, M.L. (2012). An evaluation of EU legislation concerning risk assessment and preventive measures in occupational safety and health. *Applied ergonomics*, 43 (5), 829-842.

Nistorescu, T., Ploscaru, C. (2010). Impact of economic and financial crisis in the construction industry. *Management & Marketing Journal*, 0 (1), 25-36.

Observatorio industrial de la construcción (2019). Informe Accidentabilidad en la Construcción 2017. URL: <https://www.observatoriodelaconstruccion.com/uploads/media/zxDYtATYsx.pdf>

Observatorio industrial de la construcción (2021a). Informe sobre el Sector Construcción, año 2020. URL: <https://www.observatoriodelaconstruccion.com/informes/detalle/informe-sobre-el-sector-de-la-construccion-2020>

Observatorio industrial de la construcción (2021b). Contratación en el sector de la Construcción. URL:

<https://www.observatoriodelaconstruccion.com/informes/detalle/contratacion-en-el-sector-de-la-construccion>

- Ogumeyo, S. A. Omasheye, G. O. (2012), Repositioning teaching and learning of mathematics and science to enhance technological advancement. Journal of Teacher Perspective, 6 (2), 393-401.
- OHS (2021). OHS Body of Knowledge. URL: <https://www.ohsbok.org.au/>
- Organización Mundial del Comercio (2019). Informe sobre el comercio mundial 2019. El futuro del comercio de servicios. URL: https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/00_wrt19_s.pdf
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (1981). Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores Organización Internacional del Trabajo, Ginebra (Suiza).
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (1996). Registro y notificación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT. Organización Internacional del Trabajo, Ginebra (Suiza).
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (1997). Safety, health and welfare on construction sites: A training manual. Organización Internacional del Trabajo, Ginebra (Suiza).
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (1998). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo Organización Internacional del Trabajo, Ginebra (Suiza).
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (2006). Convenio sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo. URL: https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P1_2100_INSTRUMENT_ID:312332
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (2015). Construction: a hazardous work. URL: <https://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm>
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (2017a). Fuentes de datos para optimizar la recopilación y la utilización de datos sobre SST. URL:

https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/events-training/events-meetings/world-day-for-safety/WCMS_546781/lang-es/index.htm

- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (2017b). Día Mundial de la Seguridad y la Salud en el Trabajo URL: http://ilo.org/safework/events/safeday/WCMS_546827/lang-es/index.htm
- OIT. Organización Internacional del Trabajo. (2019). Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo. Aprovechar 100 años de experiencia. URL: https://www.ilo.org/wcmstp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf
- O'Toole, M. (2002). The relationship between employees' perceptions of safety and organizational culture. *Journal of Safety Research*, 33 (2), 231-243.
- Paramio, A. P. (2009). Problemática de la subcontratación en la construcción: análisis jurídico y resoluciones prácticas. Lex Nova, Madrid, España.
- Pardo-Ferreira, M. C., Martínez-Rojas, M., Salguero-Caparrós, F., Rubio-Romero, J. C., (2019). Evolution of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) through the combination with other methods. *Dirección y Organización*, 69, 41-50.
- Petersen, D. (1984). Human-error reduction and safety management. Aloray Inc., Nueva York, Estados Unidos.
- Petrakis, P. E. (2005). Risk perception, risk propensity and entrepreneurial behaviour: The Greek case. *Journal of American Academy of Business*, 7 (1), 233-242.
- Pietilä, J., Räsänen, T., Reiman, A., Ratilainen, H., Helander, E. (2018). Characteristics and determinants of recurrent occupational accidents. *Safety Science*, 108, 269-277.
- Pinto, A., Nunes, I. L., Ribeiro, R. A. (2011). Occupational risk assessment in construction industry—Overview and reflection. *Safety Science*, 49 (5), 616-624.

- Poh, C. Q., Ubeynarayana, C. U., Goh, Y. M. (2018). Safety leading indicators for construction sites: a machine learning approach. *Automation in Construction*, 93, 375-386.
- Pradera Diéguez, J. (2007). *Guía práctica del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de obras de construcción*. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales, Baracaldo, España.
- Quinlan, M., Mayhew, C. (1999). The effects of outsourcing on occupational health and safety: a comparative study of factory-based workers and outworkers in the Australian clothing industry. *International Journal of Health Services*, 29 (1), 83-107.
- Quinlan, M., Mayhew, C., Bohle, P. (2001). The global expansion of precarious employment, work disorganization, and consequences for occupational health: a review of recent research. *International Journal of Health Services*, 31 (2), 335-414.
- Rameezdeen, R., Elmualim, A. (2017). The impact of heat waves on occurrence and severity of construction accidents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14 (1), 70.
- Ramos-Pereira, L. D., Forteza Oliver, F. J., Moyá Borrás, M., Casares San José-Martí, M. J. (2011). Investigación sobre factores relacionados con los accidentes laborales mortales en el sector de la de edificación -trienio 2008-2010. p. 55, Fundación MUSAAT.
- Raouf, A. (1998). Prevención de accidentes: teoría de las causas de los accidentes. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (vol. 2, pp. 56.6-56.8). Organización Internacional del Trabajo. URL: <https://www.insst.es/tomo-ii>
- Rasmussen, J. (1981). Models of mental strategies in process plant diagnosis. In *Human detection and diagnosis of system failures*. Springer, Boston, Estados Unidos.
- Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge university press, Cambridge, Reino Unido.

- Reason, J. (2016). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Routledge, Londres, Reino Unido.
- Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Ashgate Publishing Limited, Hampshire, Reino Unido.
- Rebitzer, J. B. (1995). Job safety and contract workers in the petrochemical industry. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 34 (1), 40-57.
- Reddy, A. S. (2015). Risk management in construction industry - a case study. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4 (10), 10058-10067.
- Rivas, T., Paz, M., Martín, J. E., Matías, J. M., García, J. F., Taboada, J. (2011). Explaining and predicting workplace accidents using data-mining techniques. *Reliability Engineering & System Safety*, 96 (7), 739-747.
- Robledo, F. H. (2013). *Riesgos en la construcción*. Ecoe Ediciones, México.
- Robson, L. S. Shannon H. S., Goldenhar L. M., Hale A. R. (2001). *Guide to evaluating the effectiveness of strategies for preventing work injuries; how to show whether a safety intervention really works*. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Estados Unidos.
- Rocha, F., Aragón, J. (2012). La crisis económica y sus efectos sobre el empleo en España. *Gaceta Sindical*, 19, 67-90.
- Rodríguez de Prada, A. (2012). Investigación de accidentes por el método del árbol de causas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España.
- Rodríguez-Garzón, I., Lucas-Ruiz, V., Martínez-Fiestas, M., Delgado-Padial, A. (2015). Association between perceived risk and training in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141 (5), 04014095.
- Rodríguez-Garzón, I., Martínez-Fiestas, M., Alonso, M. L. (2013). The perceived risk by the construction worker: what role does the trade play? *Revista de la Construcción*, 12 (3), 86-93.

- Ros Serrano, A., Ortiz-Marcos I., Palomo Sánchez J. G., Uruburu Colsa A. (2013). A proposal for improving safety in construction projects by strengthening coordinators' competencies in health and safety issues. *Safety Science*, 54, 92-103.
- Rosqvist, T. (2010). On the validation of risk analysis—A commentary. *Reliability Engineering & System Safety*, 95 (11), 1261-1265.
- Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., Baum, H. (2010). Construction job safety analysis. *Safety Science*, 48 (4), 491-498.
- Rubio-Romero, J. C. (2002). Gestión de la prevención de riesgos laborales. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España.
- Rubio-Romero, J. C. (2004). Métodos de evaluación de riesgos laborales. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España.
- Rubio-Romero, J. C., Rubio-Gámez, M. C. (2005a). Manual de coordinación de seguridad y salud en las obras de construcción. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España.
- Rubio-Romero, J. C., Rubio-Gámez, M. C. (2005b). Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España.
- Salas, M. M. (2003). El riesgo laboral en tiempos de globalización. *Estudios sociológicos*, 21 (63), 643-666.
- Salech, M. F., Jara, L. R., Michea, A. L. (2012). Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23 (1), 19-29.
- Salguero-Caparrós, F., Suarez-Cebador, M., Rubio-Romero, J. C. (2015). Analysis of investigation reports on occupational accidents. *Safety Science*, 72, 329-336.
- Salminen, S. (1995). Serious occupational accidents in the construction industry. *Construction Management and Economics*, 13 (4), 299-306.
- Sanmiquel, L., Rossell, J. M., Vintró, C. (2015). Study of Spanish mining accidents using data mining techniques. *Safety Science*, 75, 49-55.

- Santiago, J. A. E. (2010). Coordinadores de seguridad y salud en el sector de la construcción. Lex Nova, Madrid, España.
- Sarkar, S., Maiti, J. (2020). Machine learning in occupational accident analysis: A review using science mapping approach with citation network analysis. *Safety Science*, 131, 104900.
- Sarkar, S., Pramanik, A., Maiti, J., Reniers, G. (2020). Predicting and analyzing injury severity: A machine learning-based approach using class-imbalanced proactive and reactive data. *Safety Science*, 125, 104616.
- Shao, B., Hu, Z., Liu, Q., Chen, S., He, W. (2019). Fatal accident patterns of building construction activities in China. *Safety Science*, 111, 253-263.
- Shepherd, R., Lorente, L., Vignoli, M., Nielsen, K., Peiró, J. M. (2021). Challenges influencing the safety of migrant workers in the construction industry: a qualitative study in Italy, Spain, and the UK. *Safety Science*, 142, 105388.
- Shin, D. P., Park, Y. J., Seo, J., Lee, D. E. (2018). Association rules mined from construction accident data. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22, 1027-1039.
- Silva, J. F., Jacinto, C. (2012). Finding occupational accident patterns in the extractive industry using a systematic data mining approach. *Reliability Engineering & System Safety*, 108, 108-122.
- Simard, M., Marchand, A. (1995). A multilevel analysis of organizational factors related to the taking of safety initiatives by work groups. *Safety Science*, 21 (2), 113-129.
- Siu, O. L., Phillips, D. R., Leung, T. W. (2003). Age differences in safety attitudes and safety performance in Hong Kong construction workers. *Journal of Safety Research*, 34 (2), 199-205.
- Siu, O. L., Phillips, D. R., Leung, T. W. (2004). Safety climate and safety performance among construction workers in Hong Kong: the role of psychological strains as mediators. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (3), 359-366.
- Sjoberg, L. (2000). Factors in risk perception. *Risk analysis*, 20 (1), 1-12.

- Sklet, S. (2004). Comparison of some selected methods for accident investigation. *Journal of hazardous materials*, 111 (1-3), 29-37.
- Slovic, P. (1998). The risk game. *Reliability engineering & system safety*, 59 (1), 73-77.
- Slovic, P., Fischhoff, B., Lichtenstein, S. (1980). *Societal risk assessment*. Springer, Boston, Estados Unidos.
- Slovic, P., Fischhoff, B., Lichtenstein, S. (1982). Why study risk perception? *Risk analysis*, 2 (2), 83-93.
- Slovic, P. (2000). *The perception of risk*. Earthscan publications, Londres, Reino Unido.
- Snijders, T.A., Bosker, R.J. (2011). *Multilevel analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. Sage.
- Sousa, V., Almeida, N. M., Dias, L. A. (2014). Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 1: Background knowledge. *Safety Science*, 66, 75-86.
- Sousa, V., Almeida, N. M., Dias, L. A. (2015). Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 2: Quantitative model. *Safety Science*, 74, 184-194.
- Starren, A., Hornikx, J., Luijters, K. (2013). Occupational safety in multicultural teams and organizations: A research agenda. *Safety Science*, 52, 43-49.
- Stoilkovska, B. B., Žileska Pančovska, V., Mijoski, G. (2015). Relationship of safety climate perceptions and job satisfaction among employees in the construction industry: the moderating role of age. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21 (4), 440-447.
- Subiza-Pérez, M., Santa Marina, L., Irizar, A., Gallastegi, M., Anabitarte, A., Urbietta, N., Ibarluzea, J. (2020). Explaining social acceptance of a municipal waste incineration plant through sociodemographic and psycho-environmental variables. *Environmental Pollution*, 114504.
- Suh, Y. (2021). Sectoral patterns of accident process for occupational safety using narrative texts of OSHA database. *Safety Science*, 142, 105363.

- Swuste, P., Frijters, A., Guldenmund, F. (2012). Is it possible to influence safety in the building sector? A literature review extending from 1980 until the present. *Safety Science*, 50 (5), 1333-1343.
- Taroun, A. (2014). Towards a better modelling and assessment of construction risk: insights from a literature review. *International Journal of Project Management*, 32 (1), 101-115.
- Terrés, F., Castejón, E., Mondelo, P. R. (2013). Corporate Motivation to Risk Prevention: Applied. Exploratory Analysis in Construction Sector in Catalonia. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 23 (3), 173-185.
- Tierney, K. J. (1999). Toward a critical sociology of risk. *Sociological Forum*, 14 (2), 215-242.
- Tixier, A. J. P., Hallowell, M. R., Rajagopalan, B., Bowman, D. (2016). Automated content analysis for construction safety: A natural language processing system to extract precursors and outcomes from unstructured injury reports. *Automation in Construction*, 62, 45-56.
- Toole, T. M. (2002). Construction site safety roles. *Journal of construction engineering and management*, 128 (3), 203-210.
- Torner, M., Pousette, A. (2009). Safety in construction – a comprehensive description of the characteristics of high safety standards in construction work, from the combined perspective of supervisors and experienced workers. *Journal of Safety Research*, 40 (6), 399-409.
- Trillo-Cabello, A. F., Carrillo-Castrillo, J. A., Rubio-Romero, J. C. (2020). Perception of risk in construction. Exploring the factors that influence experts in occupational health and safety. *Safety Science*, 133, 104990.
- Umer, W., Li, H., Lu, W., Szeto, G. P. Y., Wong, A. Y. (2018). Development of a tool to monitor static balance of construction workers for proactive fall safety management. *Automation in Construction*, 94, 438-448.

- Urteaga, E., Eizagirre, A. (2011). El nuevo entorno de la innovación: sostenibilidad y legitimación social. Universidad de Oviedo, Oviedo, España.
- Urteaga, E., Eizagirre, A. (2013). La construcción social del riesgo. *Empiria. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales* 25, 147-170.
- Valle, M.A., Ruz, G.A., Morrás, R. (2018). Market basket analysis: complementing association rules with minimum spanning trees. *Expert Systems with Applications*, 97, 146-162.
- Vidal, M. P., Gómez, M. D. S. (2001). NTP 578: Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, España.
- Wang, X., Huang, X., Luo, Y., Pei, J., Xu, M. (2018). Improving workplace hazard identification performance using data mining. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144, 04018068.
- Wehbe, F., Al Hattab, M., Hamzeh, F. (2016). Exploring associations between resilience and construction safety performance in safety networks. *Safety Science* 82, 338-351.
- Whitaker, S. M., Graves, R. J., James, M., McCann, P. (2003). Safety with access scaffolds: Development of a prototype decision aid based on accident analysis. *Journal of Safety Research*, 34 (3), 249-261.
- Wiegmann, D. A., Shappell, S. A. (2001). Human error analysis of commercial aviation accidents using the human factors analysis and classification system (HFACS) Office of Aviation Medicine. Washington, Estados Unidos.
- Willamson, A., Feyer, A. M. (1990). Behavioural epidemiology as a tool for accident research. *Journal of Occupational Accidents*, 12 (1-3), 207-222.
- Williams, B.L., Florez, Y. (2002). Do Mexican Americans perceive environmental issues differently than Caucasians: a study of cross-ethnic variation in perceptions related to water in Tucson. *Environmental Health Perspectives*, 110 (Suppl 2), 303.

- Winge, S., Albrechtsen, E. (2018). Accident types and barrier failures in the construction industry. *Safety Science* 105, 158-166.
- Winge, S., Albrechtsen, E., Mostue, B. A. (2019). Causal factors and connections in construction accidents. *Safety Science*, 112,130-141.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann, Burlington (MA), Estados Unidos.
- Xia, N., Zou, P. X., Griffin, M. A., Wang, X., Zhong, R. (2018). Towards integrating construction risk management and stakeholder management: A systematic literature review and future research agendas. *International Journal of Project Management*, 36 (5), 701-715.
- Xiao, F., Fan, C. (2014). Data mining in building automation system for improving building operational performance. *Energy and buildings*, 75, 109-118.
- Xu, R., Luo, F. (2021). Risk prediction and early warning for air traffic controllers' unsafe acts using association rule mining and random forest. *Safety Science* 135, 105125.
- Yang, X., Haugen, S. (2018). Implications from major accident causation theories to activity-related risk analysis. *Safety Science*, 101, 121-134.
- Yung, P. (2009). Institutional arrangements and construction safety in China: an empirical examination. *Construction Management and Economics*, 27 (5), 439-450.
- Zalk, D.M., Spee, T., Gillen, M., Lentz, T.J., Garrod, A., Evans, P., Swuste, P. (2011). Review of qualitative approaches for the construction industry: designing a risk management toolbox. *Safety and health at work*, 2 (2), 105-121.
- Zhang, F., Fleyeh, H., Wang, X., Lu, M. (2019). Construction site accident analysis using text mining and natural language processing techniques. *Automation in Construction*, 99, 238-248.

- Zhang, J., Zhang, W., Xu, P., Chen, N. (2019). Applicability of accident analysis methods to Chinese construction accidents. *Journal of Safety Research*, 68, 187-196.
- Zhang, M., Shi, R., Yang, Z. (2020). A critical review of vision-based occupational health and safety monitoring of construction site workers. *Safety Science* 126, 104658.
- Zhang, P., Lingard, H., Blismas, N., Wakefield, R., Kleiner, B. (2015). Work-health and safety-risk perceptions of construction-industry stakeholders using photograph-based Q methodology. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(5), 04014093.
- Zhang, P., Lingard, H., Blismas, N., Wakefield, R., Kleiner, B. (2013). Application of Q-methodology in studying construction stakeholders' perceptions of OSH risks-An introduction to the preliminary stage. *CIB World Building Congress 2013*
- Zhang, S., Teizer, J., Lee, J. K., Eastman, C. M., Venugopal, M. (2013). Building information modeling (BIM) and safety: Automatic safety checking of construction models and schedules. *Automation in construction*, 29, 183-195.
- Zhao, D., McCoy, A. P., Kleiner, B. M., Mills, T. H., Lingard, H. (2016). Stakeholder perceptions of risk in construction. *Safety Science*, 82, 111-119.
- Zhou, Z., Goh, Y. M., Li, Q. (2015). Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. *Safety Science*, 72, 337-350.

LEGISLACIÓN

- BOE. Orden de 27 de enero de 1993, por la que se aprueban las normas de adaptación del Plan General de Contabilidad a las Empresas constructoras. Publicado en: «BOE» núm. 31, de 05/02/1993.
- BOE. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Publicado en: «BOE» núm. 256, de 25/10/1997.
- BOE. Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social. Publicado en: «BOE» núm. 189, de 08/08/2000.
- BOE. Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. Publicado en: «BOE» núm. 279, de 21/11/2002
- BOE. Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. Publicado en: «BOE» núm. 204, de 25/08/2007.
- BOE. Resolución de 28 de febrero de 2012, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el V Convenio colectivo del sector de la construcción. Publicado en: «BOE» núm. 64, de 15/03/2012.
- BOE. Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Publicado en: «BOE» núm. 261, de 31/10/2015.
- Unión Europea. Directiva 89/391/CEE - Directiva marco sobre salud y seguridad en el trabajo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. «DOCE» núm. 183, de 29 de junio de 1989, páginas 1 a 8.
- Unión Europea. Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben

ACCIDENTALIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ANÁLISIS CON
ENFOQUE EN LAS FASES DE OBRA | 2022

aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles. «DOCE»
núm. 245, de 26 de agosto de 1992, páginas 6 a 22.

umaeditorial 

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ANEXOS

PRIMERA PUBLICACIÓN

Construction accidents: identification of the main associations between causes, mechanisms and stages of the construction process

Jesús A. Carrillo-Castrillo, Antonio F. Trillo-Cabello and Juan C. Rubio-Romero

Vol. 23, No. 2, 240-250,

<http://dx.doi.org/10.1080/10803548.2016.1245507>

Publicado 10 Nov 2016.

Journal name: **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**

ABSTRACT

Objective. To identify the most frequent causes of accidents in the construction sector in order to help safety practitioners in the task of prioritizing preventive actions depending on the stage of construction. **Methods.** Official accident investigation reports are analysed. A causation pattern is identified with the proportion of causes in each of the different possible groups of causes. **Results.** Significant associations of the types of causes with accident mechanisms and construction stages have been identified. **Conclusions.** Significant differences have been found in accident causation depending on the mechanism of the accident and the construction stage ongoing. These results should be used to prioritize preventive actions to combat the most likely causes for each accident mechanism and construction stage.

SEGUNDA PUBLICACIÓN

Perception of risk in construction. Exploring the factors that influence experts in occupational health and safety

Antonio F. Trillo-Cabello, Jesús A. Carrillo-Castrillo, Juan C. Rubio-Romero

Publicado 22 Sep 2020.

Safety Science 133 (2021) 104990,

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104990>

Journal name: Safety Science

ABSTRACT

Risk perception is studied in many research disciplines. Although many of the factors that influence the perception of risk in the field of occupational risk prevention are known, there is still no complete understanding of the ways in which professionals in this sector perceive risks. This study analyzes the incidence of sociodemographic variables (gender, age, university degree, seniority of the qualification and professional experience) in the perception of the probability and consequences of accident risk of a group of Construction Safety and Health Experts. Additionally, the incidence of these variables has been evaluated in various stages of a construction. On the basis of a questionnaire survey of 30 construction processes, and applying a linear multilevel regression model, statistically significant differences in perceived risk were obtained depending on the age of the Construction Safety Experts, while it was determined that there is no significant difference in the perception of risk between men and women in this professional sector. Greater discrepancies were found when evaluating the overall risk of construction activities in the early stages of a construction site. Nevertheless, in spite of the sociodemographic differences between Construction Safety Experts, we conclude that their risk assessments are highly coherent.

TERCERA PUBLICACIÓN

Occupational accident analysis according to professionals of different construction phases using association rules

Antonio F. Trillo-Cabello, María Martínez-Rojas, Jesús A. Carrillo-Castrillo,
Juan C. Rubio-Romero

Publicado 10 Sep 2021.

Safety Science 144 (2021) 105457,

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105457>

Journal name: **Safety Science**

ABSTRACT

Despite continuous efforts to improve safety, worker safety awareness on construction sites is a major concern as it remains one of the most dangerous industries. The large number of factors involved in accidents and the complexity of the relationships between them make management difficult for managers. Therefore, potential hazards cannot be identified in order to develop effective safety procedures. This study addresses this problem by using the association rule method of data mining to extract knowledge from historical data of construction accidents. It can help managers to identify and provide frequent conditions that can be prevented in future by controlling risks on site. Occupational accidents that have been notified through an official electronic system on Spanish construction sites between 2003 and 2015 are analysed. Data have been divided according to professionals to explore the accidents in each construction phase. The results show patterns and recurrent factors with multiple relationships in all phases of the construction works. This is the case for the outsourcing variable which is a critical factor in occupational accidents in all construction phases. Similarly, the results have also shown that risk assessment is not an insurmountable barrier to accidents. Consideration of the different stages of the work provides flexibility in order to improve risk reduction and control actions. The results of the study provide a framework for improving safety practices, providing a valuable reference for all agents involved in the construction industry to improve risk management, preventive measures and action plans.