



**Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla**  
**Centro Interdisciplinario de Posgrados**  
**Investigación y Consultoría**  
**Departamento de Ingeniería**  
**Doctorado en Planeación Estratégica y**  
**Dirección de Tecnología**

**Modelo de la gestión del conocimiento en seguridad  
ocupacional con indicadores de desempeño como  
estrategia para la reducción de accidentes  
en el sector de la construcción en México.**

Tesis que para obtener el Grado de Doctor  
en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Presenta  
Martha Patricia Quintero Fuentes



**UPAEP – Secretaría General**

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

**Tesis Digitales Restricciones de uso:**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

Investigación y Consultoría

Departamento de Ingeniería

Doctorado en Planeación Estratégica

y Dirección de Tecnología

Se aprueba la Tesis:

Modelo de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional  
con indicadores de desempeño como estrategia para la reducción  
de accidentes en el sector de la construcción en México.

Nombre del Alumno

Martha Patricia Quintero Fuentes

Comité Asesor

Dr. Juan Carlos Pérez García

Dr. Emmanuel Olivera Pérez

Puebla, México.

Dr. Gerardo de Jesús López Árciga

16 de Enero de 2018

## **DEDICATORIA**

A Dios Yahvé, mi mami Carmelita, mi Abue. Josefina+ y mi tía Martha.

A Cesar, P. Carlos René y José Luis.

Para ustedes con todo mi amor, gracias por su cariño, paciencia y apoyo en todo momento. ¡Los amo!.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis Asesores Académicos**

Dr. Juan Carlos García, Dr. Gerardo López y Dr. Emmanuel Olivera.

### **A mi Directora Académica**

Dra. Haydeé Hernández Ruíz.

### **A mis Profesores**

Dr. Manuel González y Dra. Judith Cavazos.

Ing. Ismael Vallejo y Mtra. Graciela May Mora.

Mtro. Jorge Luis Hernández y Mtra. Katherine Bravo.

Dr. Carlos Ávila y Dr. Mario Arrioja.

Mtra. Blanca González, Ing. Carlos Fernández e Ing. Sergio Bretón.

### **A mis Asesores del Sector de la Construcción**

Ing. Manuela Flores, Ing. Leonardo Quiroz e Ing. Ernesto Álvarez.

Ing. Moisés Rojas, Ing. Gustavo Portillo e Ing. Omar Melgarejo.

Ing. Alán Álvarez, Ing. Oscar Porras e Ing. Aldo Reyes.

Gracias por todo su apoyo, por compartirme sus conocimientos y por dedicarme su valioso tiempo, pero sobre todo gracias por su amistad. Gracias por acompañarme en este recorrido. ¡Los quiero mucho!.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                                                  |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| RESUMEN                                                                                          |          |
| INTRODUCCIÓN                                                                                     | i        |
| <b>CAPÍTULO 1. PRÓPOSITO Y ORGANIZACIÓN</b>                                                      | <b>1</b> |
| 1.1 Planteamiento del problema.                                                                  | 1        |
| 1.1.1 Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a nivel internacional                   | 1        |
| 1.1.1.1 Accidentes y enfermedades de trabajo en la Unión Europea                                 | 4        |
| 1.1.1.2 Accidentes y enfermedades de trabajo en Singapur                                         | 4        |
| 1.1.1.3 Accidentes y enfermedades de trabajo en Estados Unidos                                   | 5        |
| 1.1.1.4 Accidentes y enfermedades de trabajo en Japón                                            | 7        |
| 1.1.1.5 Accidentes y enfermedades de trabajo en Hong Kong                                        | 8        |
| 1.1.1.6 Accidentes y enfermedades de trabajo en México                                           | 9        |
| 1.1.2 Las pequeñas y medianas empresas en la seguridad y salud en el trabajo                     | 10       |
| 1.1.3 Costos relacionados con las lesiones y las enfermedades de trabajo                         | 12       |
| 1.1.3.1 Costos económicos vs prevención de la seguridad y salud en el trabajo.                   | 13       |
| 1.1.4 Seguridad y salud ocupacional en el sector de la construcción                              | 15       |
| 1.1.4.1 Accidentes y enfermedades de trabajo en la Unión Europea en el sector de la construcción | 15       |
| 1.1.4.2 Accidentes y enfermedades de trabajo en Singapur en el sector de la construcción         | 16       |
| 1.1.4.3 Accidentes y enfermedades de trabajo en Estados Unidos en el sector de la construcción   | 16       |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1.4.4 Accidentes y enfermedades de trabajo en Japón en el sector de la construcción     | 18 |
| 1.1.4.5 Accidentes y enfermedades de trabajo en Hong kong en el sector de la construcción | 19 |
| 1.1.4.6 Accidentes y enfermedades en el Sector de la Construcción en México               | 21 |
| 1.1.5 Seguridad y salud ocupacional en el sector de la construcción                       | 22 |
| 1.2 Preguntas de investigación                                                            | 25 |
| 1.3 Propósito de la Investigación                                                         | 26 |
| 1.4 Objetivo General                                                                      | 26 |
| 1.5 Objetivos Específicos                                                                 | 26 |
| 1.6 Justificación de la Investigación                                                     | 26 |
| 1.6.1 Conveniencia                                                                        | 26 |
| 1.6.2 Relevancia social                                                                   | 28 |
| 1.6.3 Implicaciones prácticas                                                             | 29 |
| 1.6.4 Valor teórico                                                                       | 29 |
| 1.6.5 Utilidad Metodológica                                                               | 30 |
| 1.7 Alcances y Limitaciones                                                               | 30 |
| 1.8 Organización del Estudio                                                              | 30 |
| <b>CAPÍTULO 2 MARCO CONTEXTUAL</b>                                                        | 32 |
| 2.1 Factores que influyen en los accidentes del trabajo                                   | 32 |
| 2.2 Factores que influyen en los accidentes de trabajo en el Sector de la construcción    | 40 |
| 2.3 Situación de México a nivel internacional                                             | 41 |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1 La importancia del factor del conocimiento en el desempeño de los países. | 43 |
| 2.4 Seguridad y Salud ocupacional en México                                     | 46 |
| 2.5 Sector de la construcción en México                                         | 46 |
| 2.5.1 Seguridad y Salud ocupacional del sector de la construcción en México     | 48 |
| <b>CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO</b>                                                 | 50 |
| 3.1 Gestión del Conocimiento                                                    | 50 |
| 3.1.1 Gestión de conocimiento                                                   | 50 |
| 3.1.2 Proceso de Gestión del Conocimiento                                       | 51 |
| 3.1.3 Gestión del conocimiento en seguridad y salud en el trabajo               | 52 |
| 3.1.4 Gestión del conocimiento en el sector de la construcción                  | 53 |
| 3.2 Estrategias de seguridad que reducen accidentes                             | 54 |
| 3.3. Indicadores de rendimiento de seguridad                                    | 55 |
| 3.3.1 Indicadores de retrospectivos                                             | 57 |
| 3.3.1.1 Accidentes en el sector de la construcción                              | 57 |
| 3.3.2 Indicadores líderes                                                       | 58 |
| 3.3.2.1 Análisis de seguridad laboral                                           | 59 |
| 3.3.2.2 Seguridad basada en el comportamiento                                   | 60 |
| 3.3.2.3 Las auditorías e Inspecciones de seguridad laboral                      | 61 |
| 3.3.2.4 Casi accidentes                                                         | 62 |
| 3.4 Aprendizaje de la experiencia                                               | 62 |
| 3.5 Factores influyen en la seguridad en el sector de la construcción           | 64 |
| 3.6 Modelo de Estudio                                                           | 66 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.6.1 Estrategias de seguridad utilizadas en el modelo                      | 69  |
| 3.7 Hipótesis en específico de investigación derivadas del modelo propuesto | 72  |
| <b>CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA (INCLUIR HIPÓTESIS INICIAL)</b>                   | 75  |
| 4.1 Diseño de investigación                                                 | 75  |
| 4.2 Población y tamaño de muestra                                           | 76  |
| 4.2.2 Cálculo de la muestra                                                 | 79  |
| 4.3 Instrumento de recolección de datos                                     | 80  |
| 4.3.1 Validación del modelo                                                 | 81  |
| 4.4 Resultados                                                              | 85  |
| 4.4.1 Análisis de datos                                                     | 86  |
| 4.4.2 Interpretación de resultados                                          | 87  |
| 4.5 Discusión                                                               | 90  |
| <b>CAPÍTULO 5</b>                                                           | 93  |
| 5.1 Conclusiones de los objetivos específicos                               | 93  |
| 5.2 Conclusiones del objetivo general                                       | 97  |
| 5.3 Consideraciones finales                                                 | 98  |
| REFERENCIAS                                                                 | 103 |
| ANEXOS A                                                                    | 128 |
| ANEXOS B                                                                    | 133 |
| ANEXO C                                                                     | 137 |
| ANEXO D                                                                     | 140 |
| ANEXO E                                                                     | 141 |
| ANEXO F                                                                     | 146 |

|         |     |
|---------|-----|
| ANEXO G | 164 |
|---------|-----|

## ÍNDICE DE TABLAS

|      |                                                                                                                               |    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1  | Tasa de frecuencia de accidentes 2007-2013 (por millón de horas hombre)                                                       | 5  |
| 1.2  | Número de lesiones en el lugar de trabajo y enfermedades laborales, 2012 y 2013                                               | 5  |
| 1.3  | Tasa de muertes laborales por 100,000 trabajadores de tiempo completo.                                                        | 7  |
| 1.4. | Evolución de las tasas de accidentes, enfermedades, incapacidades y defunciones de trabajo, 2007-2014 Nacional                | 9  |
| 1.5  | Costos originados por los distintos agentes económicos                                                                        | 13 |
| 1.6  | Tasa de incidencias y número de lesiones ocupacionales no mortales por industrias seleccionadas, 2014                         | 16 |
| 1.7  | Tasas de incidencia de enfermedades laborales no mortales por sector de industria mayor, categoría de enfermedades, 2014      | 17 |
| 1.8  | Tasas de incidencias de lesiones y enfermedades de trabajo no mortales por sector de industria mayor, tamaño de empresa, 2014 | 18 |
| 1.9  | Tasa de mortandad por 1,000 trabajadores para el sector de la construcción                                                    | 20 |
| 1.10 | Riesgos Laborales por Grupo de Actividad Económica 2014 Nacional                                                              | 21 |
| 1.11 | Defunciones por Grupo de Actividad Económica 2014 Nacional.                                                                   | 22 |
| 1.12 | Características del trabajo en el sector de la Construcción                                                                   | 23 |
| 1.13 | Mapa de Competitividad del BID. Áreas de análisis e indicadores.                                                              | 27 |
| 1.14 | Tipos de ventaja competitiva                                                                                                  | 28 |
| 2.1  | Accidentes fatales en la industria de la construcción por país o región en 2015                                               | 32 |
| 2.2  | Factores de seguridad adoptada por varios países                                                                              | 33 |
| 2.3  | Características del proyecto de la construcción CPFs                                                                          | 38 |
| 2.4  | Grado de contribución de los CPFs para causalidad de los accidentes                                                           | 39 |
| 2.5  | Indicador de Competitividad Global 2015-2016 de los 10 primeros países y México.                                              | 42 |

|     |                                                                                                                                |     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.6 | Desempeño de las economías avanzadas seleccionadas y México en los indicadores relacionados con el capital humano seleccionado | 44  |
| 2.7 | Clasificación del sector de la construcción subsector Edificación                                                              | 48  |
| 3.1 | Estrategias proactivas de seguridad laboral                                                                                    | 55  |
| 3.2 | Tipos de indicadores de rendimiento de seguridad                                                                               | 56  |
| 3.3 | La jerarquía de accidentes graves en el sector de la construcción                                                              | 58  |
| 3.4 | Riesgos potenciales en el sector de la construcción                                                                            | 65  |
| 3.5 | Estrategias de gestión de conocimientos de seguridad laboral para cubrir el objetivo de este documento                         | 70  |
| 4.1 | Clasificación de las empresas de acuerdo a su valor de ventas                                                                  | 76  |
| 4.2 | Variables seleccionadas según tamaño de las unidades económicas del sector de la construcción, 2013                            | 77  |
| 4.3 | Defunciones por actividad económica 2014, Hidalgo.                                                                             | 78  |
| 4.4 | Descripción de los instrumentos de recolección de datos                                                                        | 80  |
| 4.5 | Matriz de correlaciones                                                                                                        | 87  |
| 4.6 | Interpretación de resultados de las hipótesis de investigación                                                                 | 88  |
| 5.1 | Riesgos potenciales en el sector de la construcción                                                                            | 94  |
| 5.2 | Tabla de identificación de indicadores de desempeño de seguridad en el modelo                                                  | 96  |
| 5.3 | Compromisos de los participantes en el proyecto para la reducción de los accidentes                                            | 99  |
| 5.4 | Responsabilidad de los actores para la gestión de la seguridad en el sector de la construcción                                 | 100 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|     |                                                                                                                                        |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | División regional de accidentes y enfermedades mortales laborales                                                                      | 2  |
| 1.2 | Desequilibrio entre las inversiones en la seguridad y la salud y los costos debido a la falta de seguridad y salud en la Unión Europea | 14 |
| 1.3 | Costos económicos de las lesiones laborales                                                                                            | 29 |
| 2.1 | Las posibles oportunidades para influir en cada etapa de seguridad en la construcción                                                  | 37 |
| 2.2 | Estructura del Índice de competitividad global                                                                                         | 41 |

|     |                                                                                                                                                                                 |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3 | Indicador de Competitividad Global de México 2015-2016                                                                                                                          | 43 |
| 3.1 | Modelo para aprender de la experiencia                                                                                                                                          | 63 |
| 3.2 | Modelo de la Gestión del Conocimiento en seguridad ocupacional con indicadores de desempeño como estrategia para la reducción de los accidentes en el sector de la construcción | 69 |
| 4.1 | Relación de las variables planteada en las hipótesis                                                                                                                            | 85 |
| 4.2 | Perfil de las empresas encuestadas                                                                                                                                              | 85 |
| 4.3 | Interpretación del coeficiente de correlación lineal r                                                                                                                          | 86 |

## ÍNDICE DE GRAFICOS

|      |                                                                                                                                             |    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1  | Estimaciones globales de accidentes y enfermedades mortales laborales por región en 2011                                                    | 3  |
| 1.2  | Estimaciones globales de enfermedades mortales laborales por región en 2011.                                                                | 3  |
| 1.3  | Tasa de incidencias de lesiones y enfermedades de trabajo no mortales por tipo de caso, industria privada, 2003-2014                        | 6  |
| 1.4  | Número de muertes laborales en Estados Unidos                                                                                               | 6  |
| 1.5  | Muertes y lesiones con ausencia de al menos 4 días por causa de los accidentes de trabajo                                                   | 7  |
| 1.6  | Muertes por causa de los accidentes de trabajo                                                                                              | 8  |
| 1.7  | Tasa de incidencia de accidentes y enfermedades de trabajo por cada 100 trabajadores, 2005-2014 Nacional                                    | 10 |
| 1.8  | Tasas de incidencia de lesiones y enfermedades del trabajo no mortales registrados por tamaño de empresa de la industria privada, 2010-2014 | 11 |
| 1.9  | Tasa de accidentes por 1,000 trabajadores por tamaño de empresa en el año 2009                                                              | 12 |
| 1.10 | Porcentajes de muertes por sector (2010)                                                                                                    | 19 |
| 1.11 | Número de accidentes serios por sector Industrial (2010)                                                                                    | 19 |
| 1.12 | Número de accidentes mortales y tasa de fatalidad por 1000 trabajadores                                                                     | 20 |
| 2.1  | Correlación inversa entre competitividad y salud ocupacional                                                                                | 40 |
| 2.2  | Principales factores problemáticos para hacer negocios en México                                                                            | 45 |

|     |                                                                                                                |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3 | Variables seleccionadas de las principales ramas de actividad según producción bruta total, 2013 (Porcentajes) | 47 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## RESUMEN

La industria de la construcción es uno de los principales contribuyentes a la economía de un país. Representa el 13.4% de la producción anual total. Sin embargo es responsable del 30 al 40% de las muertes laborales. El sector de la construcción tiene características específicas tales como trabajo dinámico y condiciones inciertas; por lo tanto, tiende a causar accidentes ocupacionales. Otra de sus características es la naturaleza temporal de sus proyectos. Esta característica conduce a la pérdida del aprendizaje y a la desaparición de los trabajadores al final de cada proyecto, lo que impide que los trabajadores adquieran experiencia. Los factores ambientales en sitio son los riesgos potenciales en el sector de la construcción y por su parte, los factores técnicos influyen en los accidentes laborales, como la grúa que implica un tercio de las muertes. El objetivo de este trabajo es proponer un modelo de gestión del conocimiento en seguridad laboral que limite o frene la pérdida de conocimiento, cubra las necesidades dinámicas del sector de la construcción e influya en los factores ambientales y técnicos del sector que afectan la seguridad para reducir los accidentes laborales. Con base en los resultados obtenidos se concluye que los elementos de la gestión del conocimiento como la adquisición del conocimiento de fuentes externas, adquisición del conocimiento de fuentes internas, la transferencia y aplicación del conocimiento y el almacenamiento del conocimiento influyen positivamente en los factores ambientales y en los factores técnicos del sector. Se consideraron algunos indicadores clave de desempeño de seguridad operacional como estrategias para reducir los accidentes ocupacionales.

## **ABSTRACT**

The construction industry is one of the leading contributors to the economy of a country. It represents 13.4% of the total annual production. However, he is responsible for 30 to 40% of work-related deaths. The construction sector has specific characteristics such as dynamic work and uncertain conditions; therefore, it tends to cause occupational accidents. Another of its features is the temporary nature of its projects. This characteristic leads to the loss of learning and the disappearance of workers at the end of each project, which prevents workers from acquiring experience. The environmental factors on site are the potential risks in the construction sector and, on the other hand, technical factors influence moral accidents, such as the crane that involves a third of the deaths. The objective of this work is to propose a knowledge management model in occupational safety that limits or slows the loss of knowledge, covers the dynamic needs of the construction sector and influences the environmental and technical factors of the sector that affect safety to reduce workplace accidents. Based on the results obtained, it is concluded that the elements of knowledge management such as the acquisition of knowledge from external sources, acquisition of knowledge from internal sources, the transfer, and the application of knowledge and the storage of knowledge have a positive influence on environmental factors and the technical factors of the sector. Some key indicators of safety performance were considered as strategies to reduce occupational accidents.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los principales contribuyentes a la economía de un país (Solís-Carcaño y Arcudia-Abad, 2011). La industria de la construcción mundial representa el 13.4% de la producción anual total (Global Construction Perspectives and Oxford Economics, 2011) y emplea alrededor del 7% de la fuerza de trabajo mundial. Sin embargo, también es responsable del 30-40% de las muertes relacionadas con el trabajo (Sunindijo y Zou, 2011).

En los países industrializados, la industria de la construcción emplea del 6 al 10% de la fuerza de trabajo y representa del 20 al 40% de las muertes en el trabajo; en los países subdesarrollados, existe una propensión similar, y algunos casos son peores que los de las naciones industrializadas (Ranheem y Hinze, 2014).

La industria de la construcción tiene una alta tasa de incidencia en el mundo. En 2014, Hong Kong tenía una tasa de accidentes de 41,9 por cada 1,000 trabajadores (Occupational Safety and Health Branch Labor Department, 2015). En México, el sector de la construcción tiene el mayor número de muertes relacionadas con la mano de obra, y tuvo una tasa de accidentes de 2.0 por cada 10.000 trabajadores en 2015 (IMSS, 2015).

En el sector de la construcción, el trabajo es principalmente a través de proyectos. Los proyectos son transitorios. El conocimiento y la experiencia se pierden cuando finalizan los proyectos (Esmi y Ennals, 2009). La falta de gestión del conocimiento en seguridad causa un conocimiento perdido (Grover y Froese, 2016). Las oportunidades perdidas de aprendizaje desencadenan accidentes recurrentes (Gressgard, 2014; Sabran, 2016). La gestión del conocimiento en proyectos de construcción evita la repetición de accidentes mediante el registro y la documentación de la forma eficiente de realizar un trabajo.

Las características del sector de la construcción son su naturaleza dinámica (Swuete, Frijters y Guldenmund, 2012), condiciones inciertas (Gurcanli y Mungen, 2009),

características peligrosas y cambios impredecibles (Maryani, Wignjosoebroto, y Partiwi, 2015).

Los factores ambientales en sitio son los riesgos potenciales en el sector de la construcción, los cuales acomodados en orden jerárquico se presentan: el ruido, las cargas pesadas, las temperaturas extremas, los trabajos repetitivo y trabajo en alturas (Echeverri y Yepes, 2011); así como la operación de la maquinaria pesada posee una percepción alta de riesgo (Rodríguez, Castilla y Martínez, 2014).

Solo existe un estudio anterior que propone estrategias para mejorar la gestión del conocimiento en seguridad laboral en el sector de la construcción presentado como un estudio de caso (Hallowell, 2011). Los documentos relacionados con la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional presentados en la literatura no mostraron los elementos necesarios en cada etapa de gestión del conocimiento y esos documentos no estaban relacionados con los factores que influyen en la seguridad laboral, ni han sido analizados en el sector de la construcción (Grover y Froese, 2016, Shirouyehzad, Mokhatab y Berjis, 2017).

La gestión del conocimiento es un activo intangible (Dickel y De Moura, 2016) y un elemento necesario para mejorar, formalizar y automatizar una organización (Chang, 2015). El objetivo de la gestión del conocimiento es tomar las decisiones correctas que permitan a las organizaciones obtener una ventaja competitiva (Kebede, 2010); como resultado, la gestión del conocimiento es un factor clave para las directrices globales (Dickel y De Moura, 2016).

Las causas de la mayoría de los accidentes laborales en la industria de la construcción son la administración negligente (Cheng, Leu, Lin y Fan, 2010), la falta de capacidad de los trabajadores para evaluar riesgos, falta de supervisión y pérdida de control en el lugar de trabajo (Titas, 2013; Cheng et al., 2010).

Una causa de accidentes en el sector de la construcción en México es que los trabajadores han reducido la cultura de conciencia hacia la seguridad; en consecuencia, no toman las precauciones necesarias en sus actividades laborales. Además, no se consideran capaces de prevenir un accidente y han recibido poco o en parte ningún entrenamiento en su vida laboral sobre la seguridad laboral (Solís-Carcaño y Arcudia-Abad, 2011).

Un trabajador de la construcción en México debe tener conocimiento del manejo adecuado de sustancias químicas peligrosas, conocimientos de seguridad para proporcionar mantenimiento o reparación en atmósferas contaminadas, así como conocimiento del uso seguro de equipos móviles (Solís-Carcaño y Arcudia-Abad, 2011).

Las organizaciones con menores índices de accidentes se caracterizan por la comunicación de seguridad y salud laboral entre trabajadores y supervisores todos los días, inspecciones de seguridad regulares, mayor prioridad en seguridad en reuniones y decisiones sobre prácticas laborales, a través de la investigación de accidentes y finalmente el empoderamiento de los trabajadores (Vinodkumar y Bhasi, 2010).

Las estrategias de seguridad que ayudan a reducir los accidentes relacionados con el trabajo en la industria de la construcción son los reportes de los casi casiaccidentes, programas de auditoría, inspecciones de seguridad del proveedor, observación basada en el comportamiento (Hallowell, Hinze, Baud y Wehle, 2013), participación en encuestas de percepción, la participación de cada contratista en reuniones de seguridad, un programa de observación de trabajador a trabajador (Hinze, Hallowell y Baud, 2013) y análisis de seguridad en el trabajo (Hallowell, 2011).

Los indicadores de seguridad son herramientas para alentar a las personas a trabajar de manera segura, monitorear y proporcionar información sobre el desempeño organizacional y aumentar el potencial de seguridad organizacional (Reiman y Pietikainen, 2012).

Los indicadores de seguridad se dividen en indicadores rezagados e indicadores adelantados. Sinelnikov, Inouye y Kerper (2015) describieron los indicadores rezagados y los indicadores adelantados. Los indicadores retrasados son la base para que las organizaciones evalúen el desempeño en seguridad ocupacional, como las tasas de lesiones y mortalidad. Sin embargo, los indicadores retrasados se consideran de poca utilidad porque miden la falla o el daño ya causado. Los indicadores principales informan preventivamente de un accidente en un intento de evitarlo.

Mientras tanto, Hopkins (2009) describe los indicadores principales como indicadores activos y rezagados como reactivos. Knegtering y Pasman (2009), así como Zwetsloot (2009), definieron los indicadores líderes como una medida de calidad para la gestión del sistema y los indicadores retrospectivos como precursores de la pérdida de control de los incidentes.

Los investigadores han identificado los tipos de indicadores de desempeño de seguridad. Algunos indicadores principales son observaciones basadas en el comportamiento, accidentes, auditorías, capacitación, reuniones, investigación de incidentes (Sinelnikov et al., 2015) y evaluación comparativa (Hohn y Duden, 2009).

Otros investigadores han considerado sistemas de seguridad, comités de gestión y liderazgo, inspecciones y auditorías de seguridad y salud en el trabajo, consultas y comunicación sobre SST (Shea, De Cieri, Donohue, Cooper y Sheehan, 2016; Sheehan, Donohue, Shea, Cooper y De Cieri, 2016) y análisis de seguridad en el trabajo (Rozenfeld, Sacks, Rosenfeld y Baum, 2010, Lingard, Hallowell, Salas y Pirzadeh, 2017) como indicadores principales.

Los indicadores rezagados son accidentes, lesiones o daños (Christian, Bradley, Wallace y Burke, 2009; Sinelnikov et al., 2015). El aprendizaje de accidentes e incidentes es un elemento fundamental en el rendimiento de seguridad al evitar los mismos defectos que causaron el accidente (Lindberg, Hansson y Rollenhagen, 2010). Aprender de los

accidentes es adquirir, examinar y comunicar el conocimiento que han generado (Lindberg et al., 2010).

El aprendizaje de incidentes y el intercambio de información entre los trabajadores de la construcción reduce la probabilidad y la gravedad de los accidentes laborales (Goh y Chua, 2013). Los trabajadores inexpertos demuestran comportamientos que no evalúan los riesgos a los que están expuestos en el lugar de trabajo (Cooper, 2001). Drupsteen y Wybo (2015) afirman que existen dos procesos de aprendizaje: aprender de las señales débiles y aprender de los incidentes. Las señales débiles serán identificadas por medio de los indicadores líderes de desempeño y los indicadores rezagados debemos aprender de ellos.

La industria de la construcción presenta tasas de riesgos de trabajo y accidentes altas, 3.2 y 2.9 por cada 100 trabajadores, mientras que es una de las más bajas en accidentes en trayecto 3.0 por cada 1,000 trabajadores y de enfermedades de trabajo de 3.0 por cada 10,000 trabajadores (Memorias estadísticas IMSS, 2014).

El objetivo de esta investigación es proponer un modelo de gestión del conocimiento de la seguridad laboral que evite la pérdida de conocimiento, cubra las necesidades dinámicas del sector de la construcción e influya en los factores ambientales y factores técnicos que afectan la seguridad para reducir los accidentes laborales.

# **CAPÍTULO 1**

## **PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema.**

En el presente apartado presentamos la problemática actual en seguridad y salud en el trabajo en los diferentes países, sobre todo como ha afectado a los países en vías de desarrollo; además del impacto que ha tenido en los costos industriales y sus consecuencias en la organización, la sociedad y los individuos; así como el efecto causado en las pequeñas y medianas empresas.

Se describe como el sector de la construcción ha sido el más afectado por los accidentes de trabajo causando muertes e incapacidades. Por otro lado, se indican las características únicas que presenta el sector de la construcción. Acorde con la problemática se presenta el propósito de la investigación, sus objetivos, justificación, alcance y limitaciones. Por último, se muestra un resumen de cada capítulo de la tesis.

#### **1.1.1 Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a nivel Internacional**

El efecto negativo que genera los accidentes y enfermedades de trabajo abarca a los indicadores de desempeño organizacionales: la productividad, la competitividad, la reputación de las empresas (International Labour Office, 2014); así como a los colaboradores y su desempeño laboral (Battaglia et al., 2015; LeBeau et al., 2014).

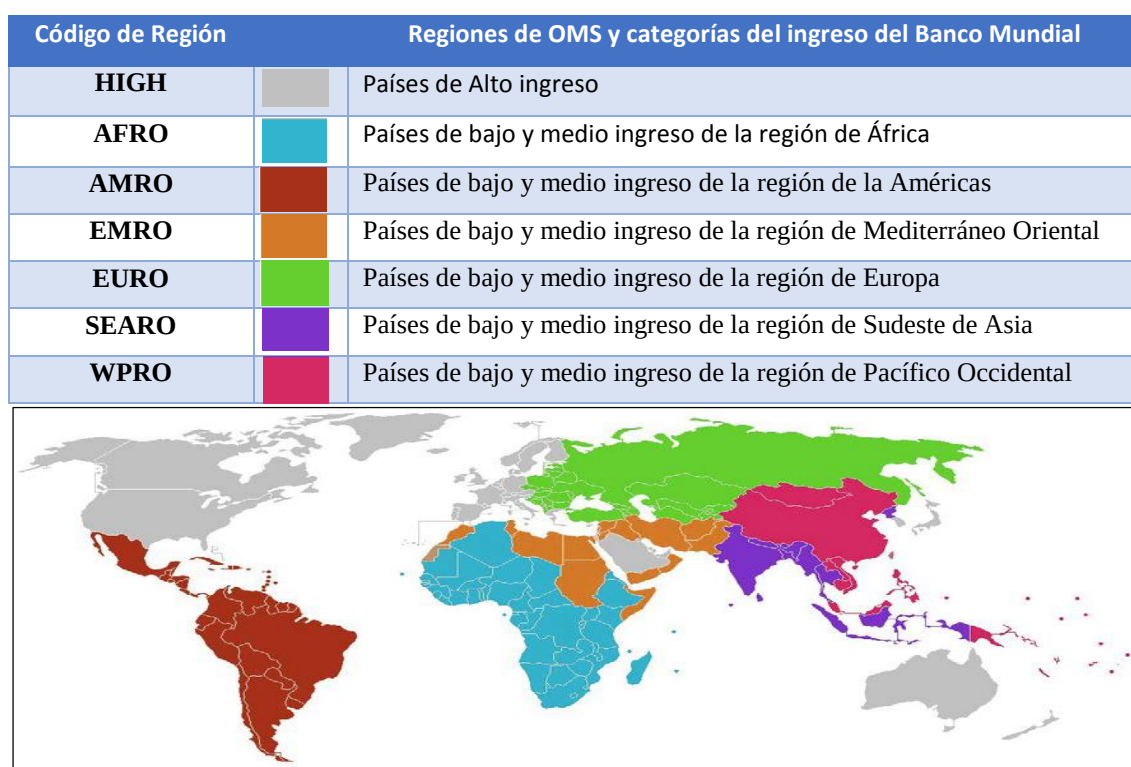
Según la oficina internacional del Trabajo, (2014) las muertes laborales registran 2.3 millones anualmente, de las cuales más de 350,000 son provocadas por los accidentes laborales y aproximadamente 2 millones por las enfermedades laborales. Por lo tanto, el registro muestra 6,300 muertes laborales diariamente. Por consiguiente, las muertes diarias son 1,000 personas por accidentes laborales y 5, 400 individuos por enfermedades profesionales.

Los registros de los accidentes y las enfermedades laborales a nivel internacional no se encuentran estandarizados y con carencia de registro, en el sector informal, en las pequeñas y medianas empresas y sobre todo en los países en desarrollo (ILO, 2014); por lo tanto, se genera una imagen falsa de la situación real y una reducción de recursos al

análisis y la previsión de los accidentes (Takala, Hamalainen, Leena Saarela y Yoke Yun, 2014).

La organización internacional del trabajo ha agrupado a los países por regiones, usando una estimación global de accidentes y enfermedades mortales relacionadas con el trabajo (Figura 1.1). México se encuentra en la clasificación de países de bajo y mediano ingreso en la región de las Américas.

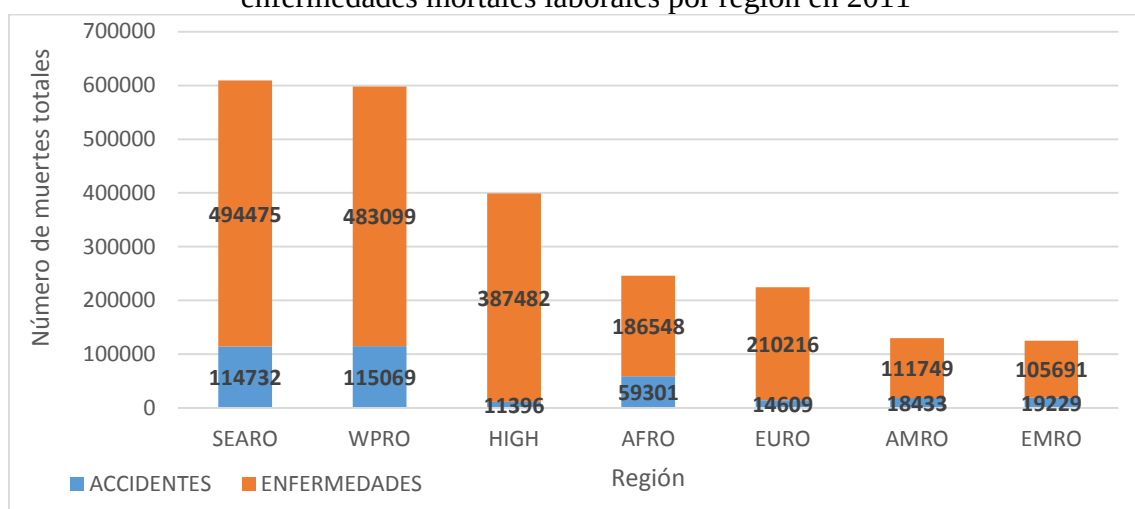
Figura 1.1 División regional de accidentes y enfermedades mortales laborales



Fuente: ILO, 2014

Las enfermedades relacionadas con el trabajo es la principal causa de muerte en el trabajo en todas las regiones del mundo (Gráfico 1.1). La región de las Américas, es la penúltima región más baja en muertes a causa de los accidentes y enfermedades laborales; su registro es de 18,433 accidentes mortales y 111,749 enfermedades mortales para el año 2011.

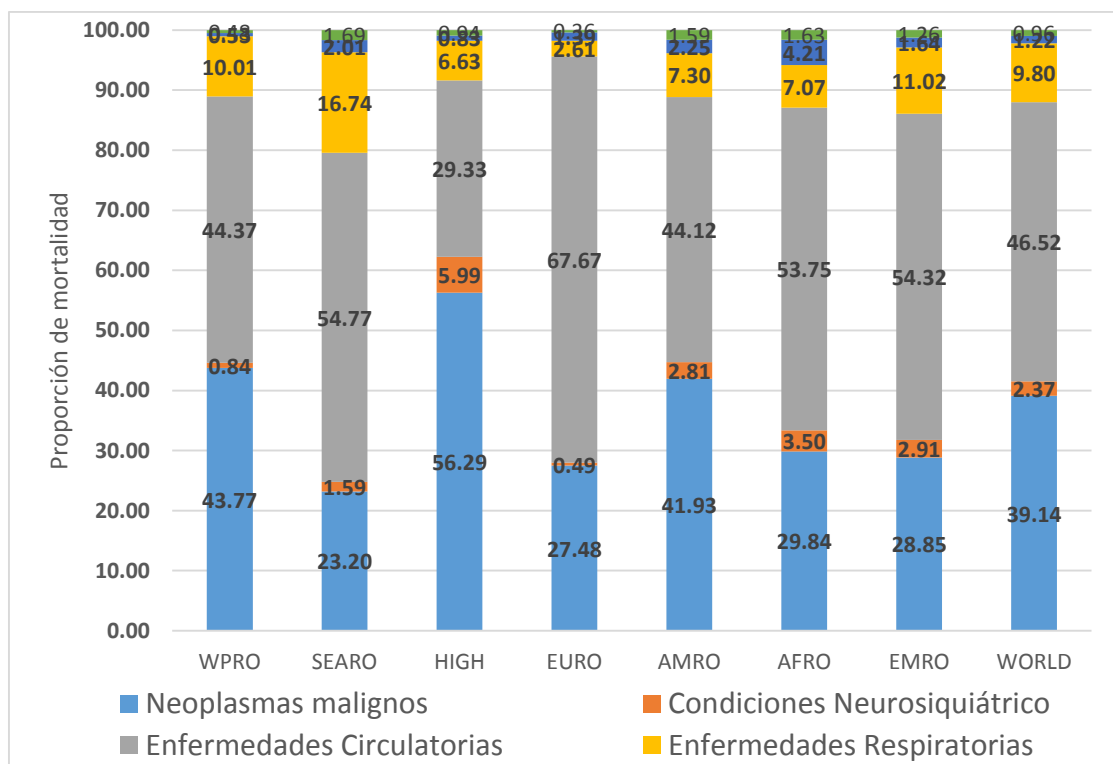
Gráfico 1.1 Estimaciones globales de accidentes y enfermedades mortales laborales por región en 2011



Fuente: ILO, 2014

Las principales causas de muerte laborales en todas las regiones son el cáncer y las enfermedades del aparato circulatorio (Gráfico 1.2) (International Labor Office, 2014).

Gráfico 1.2 Estimaciones globales de enfermedades mortales laborales por región en 2011



Fuente: ILO, 2014

La mayor parte de la población activa en el mundo se encuentra en los países de bajos y medianos ingresos. Los trabajadores de los países bajos y medianos ingresos realizan trabajos con mayor riesgo laboral que los países de ingresos altos (ILO, 2014).

A continuación se presentan los registros de algunos países para visualizar la magnitud del daño generado en la sociedad y en el desempeño organizacional.

#### 1.1.1.1 Accidentes y enfermedades de trabajo en la Unión Europea

En el año 2012, en los países miembros de la Unión Europea UE-28 se registraron poco menos de 2.5 millones de accidentes no mortales que resultaron en al menos cuatro días naturales de ausencia del trabajo, además de 3,515 accidentes mortales. Esto represento, una tasa aproximada de 710 accidentes no fatales por cada accidente fatal registrado (Eurostat statistics explained, 2015).

Entre los Estados miembros de la UE-28, la mayor tasa de incidencia de accidentes mortales en el trabajo, en 2012 se registró en Malta (8.81 muertes por cada 100,000 trabajadores); Lituania, Luxemburgo y Letonia fueron los únicos otros estados miembros de la UE-28 que informaron las tasas de incidencia por encima del nivel de 6 accidentes mortales por cada 100,000 personas empleadas. Por el contrario, en el otro extremo, Holanda, Grecia, Suecia, el Reino Unido, Alemania y Finlandia registraron las tasas de incidencia más bajas, por debajo de 2 accidentes mortales en el trabajo por cada 100,000 personas empleadas (Eurostat statistics explained, 2015).

#### 1.1.1.2 Accidentes y enfermedades de trabajo en Singapur

Singapur es el segundo país más competitivo para el año 2013 (Schwab, 2015), por ello es importante conocer sus registros de accidentes laborales. En el año 2013, en Singapur la tasa de frecuencia de accidentes del trabajo registro 1.7 incidentes por millón de horas-hombre trabajadas (WSH Institute, 2013).

Entre el año 2007 al 2013, la tasa de accidentes industriales registraron un promedio de 1.8 por millón de horas-hombre (Tabla 1.1)

Tabla 1.1 Tasa de frecuencia de accidentes 2007-2013  
(por millón de horas hombre).

|                                  | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tasa de frecuencia de accidentes | 1.9  | 1.9  | 1.8  | 1.7  | 1.6  | 1.7  | 1.7  |

Fuente: WSH Institute, 2013

Para el año de 2013, el número de las lesiones mortales en el lugar de trabajo aumentó ligeramente de 56 en 2012 a 59 en 2013 (Tabla 1.2). La tasa de lesiones mortales en el lugar de trabajo se mantuvo en 2.1 por 100,000 personas empleadas en 2012 y 2013. Las lesiones graves en el lugar de trabajo siguen siendo las mismas 589 en 2013, en comparación con 588 en 2012. Generado con ello una tasa de lesiones mortales de 2.1 por 100,000 personas (WSH Institute, 2013).

Tabla 1.2 Número de lesiones en el lugar de trabajo y enfermedades laborales, 2012 y 2013

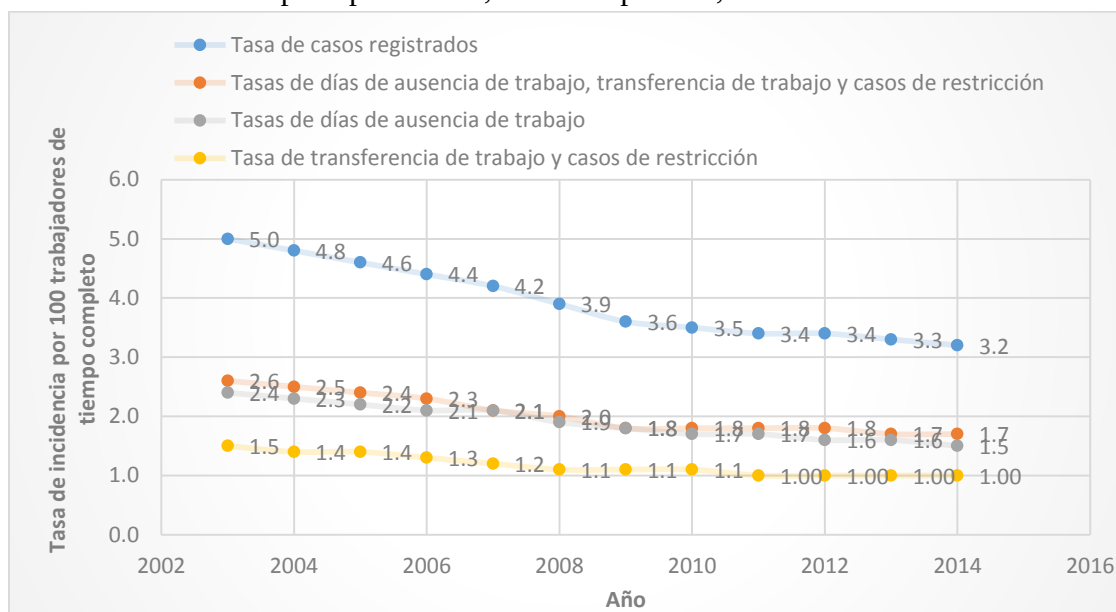
|                                                                | 2013          | 2012          |
|----------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Lesiones Laborales</b>                                      | <b>12,115</b> | <b>11,113</b> |
| Lesiones mortales                                              | 59            | 56            |
| Lesiones mayores                                               | 589           | 588           |
| Lesiones menores                                               | 11,467        | 19,469        |
| <b>Lesiones mortales laborales relacionadas con el tráfico</b> | <b>14</b>     | <b>12</b>     |
| Enfermedades laborales                                         | <b>673</b>    | <b>987</b>    |

Fuente: WSH Institute, 2013

#### 1.1.1.3 Accidentes y enfermedades de trabajo en Estados Unidos

Estados Unidos también es considerado un país competitivo ocupando la posición 3, después de Singapur con una puntuación de 5.61 para el año 2014 (Schwab, 2015), por lo tanto, también es importante conocer sus estadísticas en salud y seguridad laboral. En el año 2014, se registraron 3 millones de accidentes y enfermedades no mortales en el sector privado, generando una tasa de 3.2 casos por cada 100 trabajadores, (Gráfico 1.3) presentando un descenso en la tasa de incidencia promedio de 0.16 del 2003 al 2004 (BLS, 2015).

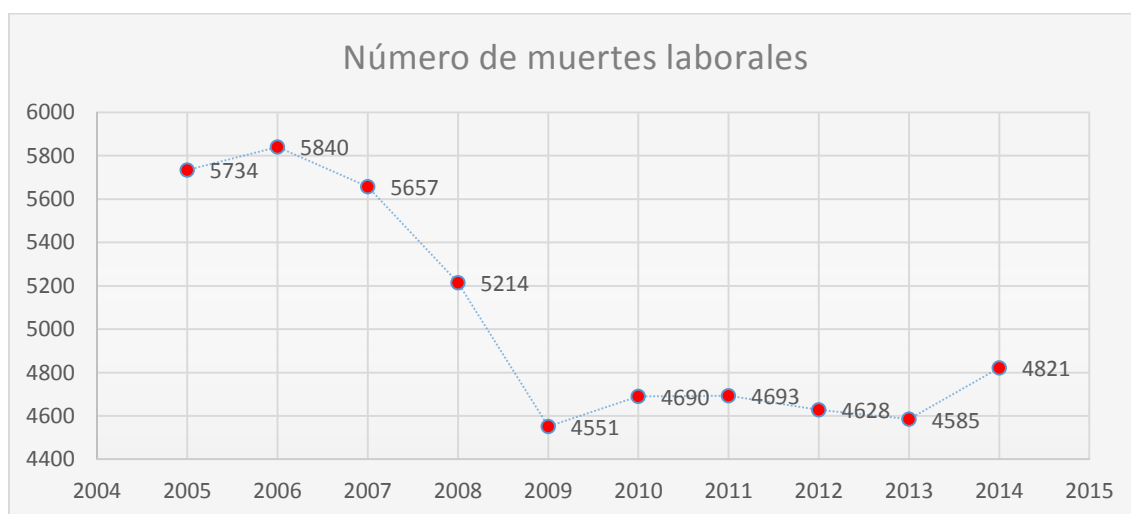
Gráfico 1.3 Tasa de incidencias de lesiones y enfermedades de trabajo no mortales por tipo de caso, industria privada, 2003-2014



Fuente: BLS, 2015.

Las muertes generadas por las lesiones en el trabajo han disminuido del año 2006 al 2009, de 5840 muertes a 4551 respectivamente, del año 2010 al año 2013 se han mantenido en promedio 4649 muertes y en el año 2014 se incrementó a 4821 (Gráfico 1.4) (Bureau of Labor Statistics, 2016), siendo la caída al piso inferior la de mayor frecuencia (BLS, 2015).

Gráfico 1.4 Número de muertes laborales en Estados Unidos



Fuente: BLS, 2015

En los años 2006 y 2007 se tuvo una tasa promedio de 4.1 muertes por lesiones laborales, por otro lado entre el año 2008 al 2014 se mantuvo una tasa promedio de 3.4 muertes (Tabla 1.3).

Tabla 1.3 Tasa de muertes laborales por 100,000 trabajadores de tiempo completo

| Año  | 2006       | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       | 2013       | 2014       |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Tasa | <b>4.2</b> | <b>4.0</b> | <b>3.7</b> | <b>3.5</b> | <b>3.6</b> | <b>3.5</b> | <b>3.4</b> | <b>3.3</b> | <b>3.4</b> |

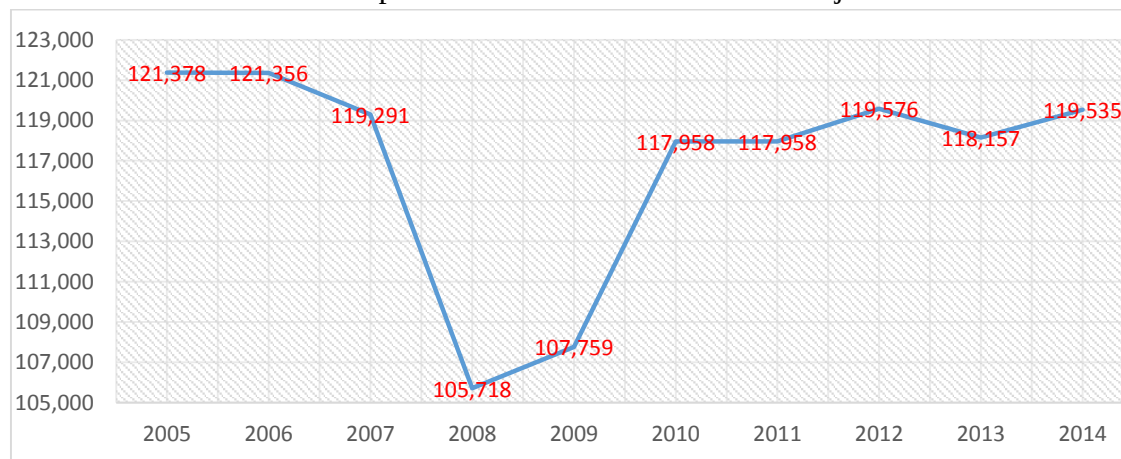
Fuente: U.S. Bureau of Labor Statistics, 2016

#### 1.1.1.4 Accidentes y enfermedades de trabajo en Japón

La seguridad y salud laboral es importante para Japón, la ley de contrato de trabajo de 2007, obliga a los empresarios a realizar estrategias para prevenir y evitar los riesgos de trabajo (Christian, Bradley, Wallace, y Burke, 2009).

En Japón, alrededor de 120,000 trabajadores sufren lesiones debido a los accidentes de trabajo cada año, que requieren una ausencia de trabajo de al menos 4 días. Esta cifra está disminuyendo a largo plazo y disminuyó nuevamente en 2013 después de aumentar por tres años consecutivos hasta 2012, volviendo a aumentar en 2014 (Gráfico 1.5) (The Japan Institute for Labour Policy and Training, 2016).

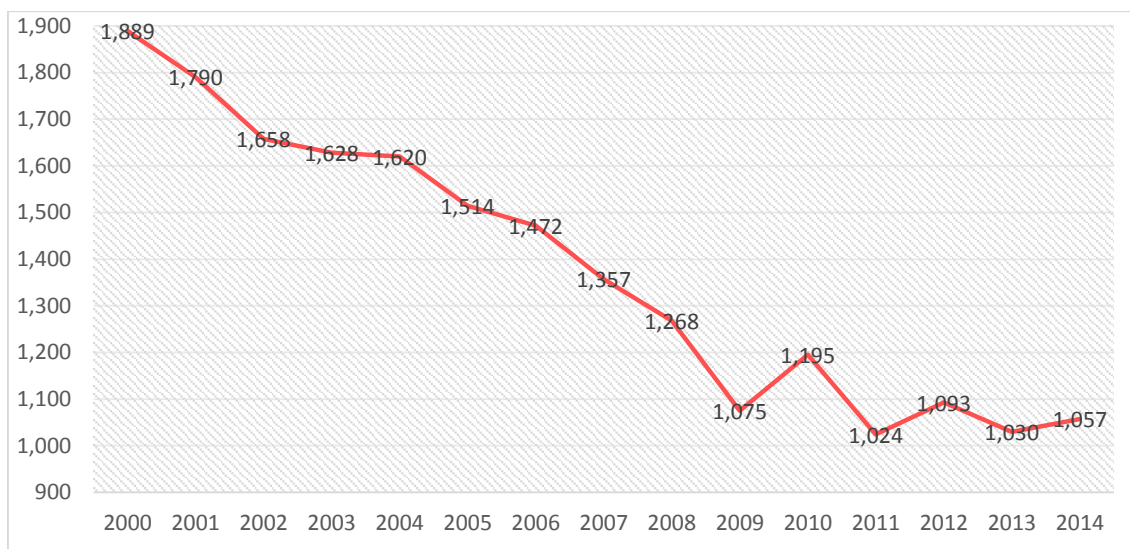
Gráfico 1.5 Muertes y lesiones con ausencia de al menos 4 días por causa de los accidentes de trabajo



Fuente: The Japan Institute for Labour Policy and Training, 2016

Las muertes han ido disminuyendo del año 2000 al 2009, de 1889 a 1075 casos, para los siguientes años se registró un comportamiento variable del año 2010 al 2014, con un promedio de 1079 muertes al año (Gráfico 1.6).

Gráfico 1.6 Muertes por causa de los accidentes de trabajo



Fuente: The Japan Institute for Labour Policy and Training, 2016

#### 1.1.1.5 Accidentes y enfermedades de trabajo en Hong Kong

En Hong Kong, se registró 37,523 lesiones de trabajo en el año 2014, en comparación con el 2013 con 38,027; representando un decremento del 1.3 por ciento sobre el año 2013. Así mismo, la tasa de lesiones por 1000 trabajadores fue de 12.8%, mostrando un decremento de 3.2%, con respecto al año 2013 (Occupational safety and health branch, 2015).

El número de accidentes de trabajo de todas las industrias se situó en 11,677, un decremento de 1.2 por ciento sobre el 2013, mientras que la tasa de accidente por 1,000 trabajadores decreció de 19.6 a 19.0, siendo el 3.1% de disminución (Occupational safety and health branch, 2015).

#### 1.1.1.6 Accidentes y enfermedades de trabajo en México

En México, en el informe anual de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, sobre accidentes y enfermedades en el trabajo (2014), presenta una tasa de accidentes de 2.39 por cada 100 trabajadores, 6.16 incapacidades por cada 100 casos y un promedio de 0.6 defunciones de trabajo por cada 10,000 trabajadores (Tabla 1.4) (Memorias estadísticas IMSS, 2014).

Tabla 1.4. Evolución de las tasas de accidentes, enfermedades, incapacidades y defunciones de trabajo, 2007-2014 Nacional

| <b>Año</b>  | <b>Patrones</b> | <b>Trabajadores Promedio</b> | <b>Accidentes de Trabajo por cada 100 Trabajadores</b> | <b>Enfermedades de Trabajo por cada 10,000 trabajadores</b> | <b>Incapacidades de Trabajo por cada 100 casos</b> | <b>Defunciones de trabajo por cada 10,000 trabajadores</b> |
|-------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>2007</b> | 823,999         | 14,424,178                   | 2.50                                                   | 1.87                                                        | 4.51                                               | 0.73                                                       |
| <b>2008</b> | 833,072         | 14,260,309                   | 2.88                                                   | 2.58                                                        | 4.22                                               | 0.79                                                       |
| <b>2009</b> | 825,755         | 13,814,544                   | 2.86                                                   | 2.97                                                        | 4.69                                               | 0.80                                                       |
| <b>2010</b> | 829,500         | 14,342,126                   | 2.81                                                   | 2.42                                                        | 5.50                                               | 0.78                                                       |
| <b>2011</b> | 821,572         | 14,971,173                   | 2.82                                                   | 2.74                                                        | 5.72                                               | 0.82                                                       |
| <b>2012</b> | 824,823         | 15,671,553                   | 2.77                                                   | 3.10                                                        | 5.57                                               | 0.74                                                       |
| <b>2013</b> | 833,105         | 16,224,336                   | 2.56                                                   | 3.92                                                        | 6.07                                               | 0.61                                                       |
| <b>2014</b> | 837,502         | 16,803,995                   | 2.39                                                   | 4.94                                                        | 6.16                                               | 0.60                                                       |

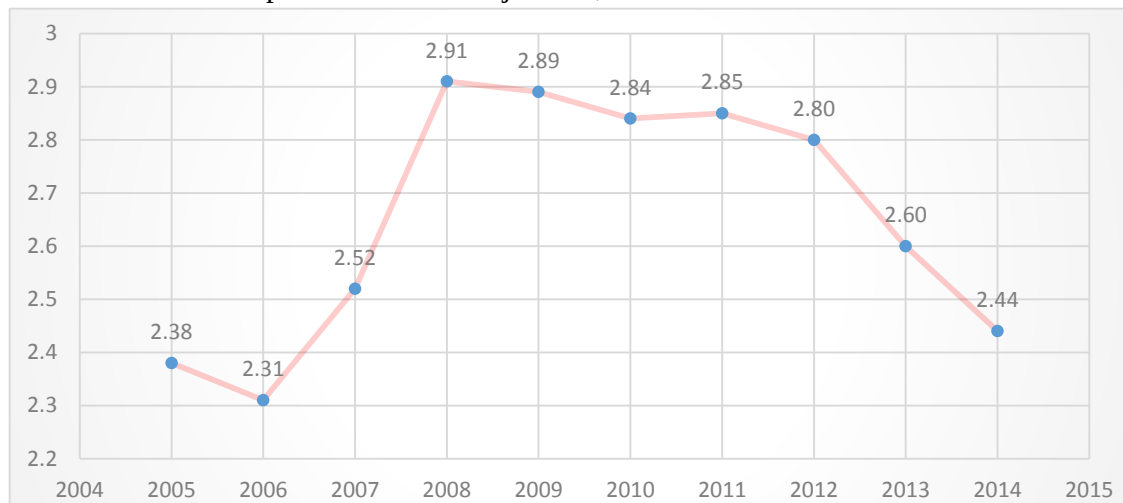
Fuente: Memorias estadísticas IMSS, 2014

La tasa de mortandad ha permanecido constante del año 2007 al 2012 en un promedio de 0.76, afortunadamente, en los años 2013 y 2014 se ha registrado en 0.60, mostrando un descenso de 21% (Tabla 1.4). En México, las muertes generadas por una lesión laboral está asociada con factores relacionados con la socio demografía (edad, sexo y ocupación), el entorno de trabajo y las condiciones del lugar de trabajo (Gonzalez-Delgado, Gómez-Dantés, Fernández-Niño, Robles, Borja, y Aguilar, 2015).

La tasa de incidencia de los accidentes y enfermedades de trabajo por cada 100 trabajadores, tuvo un ascenso del año 2006 al 2008 de 0.60 y ha ido disminuyendo del

2008 al 2014, con un promedio de 0.0325 del año 2008 al año 2012 y del año 2012 al 2014 un descenso mayor de 0.18 (Gráfico 1.7).

Gráfico 1.7 Tasa de incidencia de accidentes y enfermedades de trabajo por cada 100 trabajadores, 2005-2014 Nacional



Fuente: Memorias estadísticas IMSS, 2014

### 1.1.2 Las Pequeñas y medianas empresas en la Seguridad y Salud del Trabajo

Los accidentes mortales son hasta ocho veces más frecuentes en las PYME en comparación con las grandes empresas y las lesiones no fatales tienen hasta un 50% más de probabilidad de ocurrir (Tremblay y Badri, 2018).

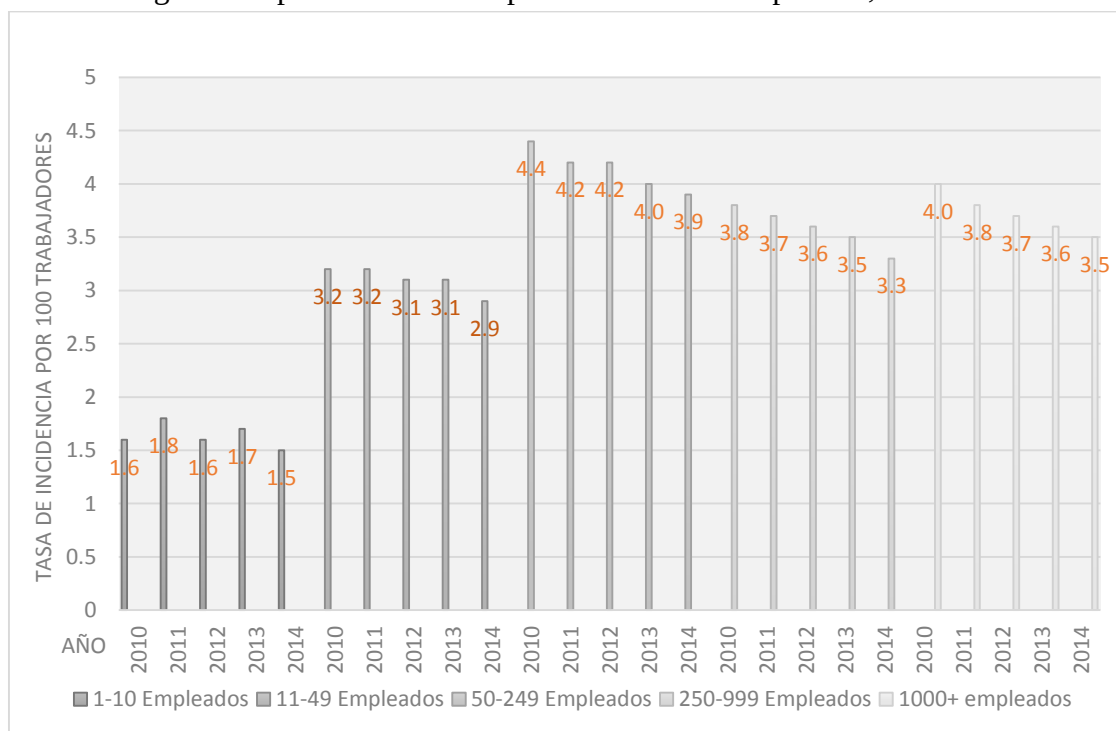
Los obstáculos que presentan las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) se presentan tanto en el ámbito externo mediante: los efectos del mercado, la carencia de financiamiento o de competencia internacional; como en el ámbito interno: la ausencia de la cultura empresarial que impulsa la productividad y la competitividad (Ballina, 2015).

Las PyMES en los países en desarrollo y emergentes, emplean más personal que las empresas grandes (International Labor Office, 2014); en México la Pyme “representa el 4.2% de las empresas del país, genera el 31.5% del empleo y aporta cerca del 37.0% del producto Interno Bruto (PIB)” (Olivos, Carrasco, Flores, Moreno y Nava, 2015, p. 181).

Las Pequeñas y medianas empresas los índices de los accidentes son altos. (ILO, 2014), su administración es menos eficaz, sus condiciones de trabajo tienen menor seguridad por lo tanto, presentan mayor riesgo para los trabajadores que las empresas grandes, además de que la carencia del tiempo para la información sobre la seguridad y salud en el trabajo y la escasa capacitación, presentan la tendencia a ser reactivos, en vez de adoptar estrategias preventivas proactivas (Croucher, Stumbitz, Quinlan y Vickers, 2013)

En Estados Unidos, la tasa de lesiones y enfermedades más alta se presenta en los establecimientos de tamaño medio de la industria privada (que emplean entre 50 y 249 trabajadores) (Gráfico 1.8) y la tasa más baja entre los establecimientos pequeños (que emplean menos de 11 trabajadores) (BLS, 2014).

Gráfica 1.8 Tasas de incidencia de lesiones y enfermedades del trabajo no mortales registrados por tamaño de empresa de la industria privada, 2010-2014

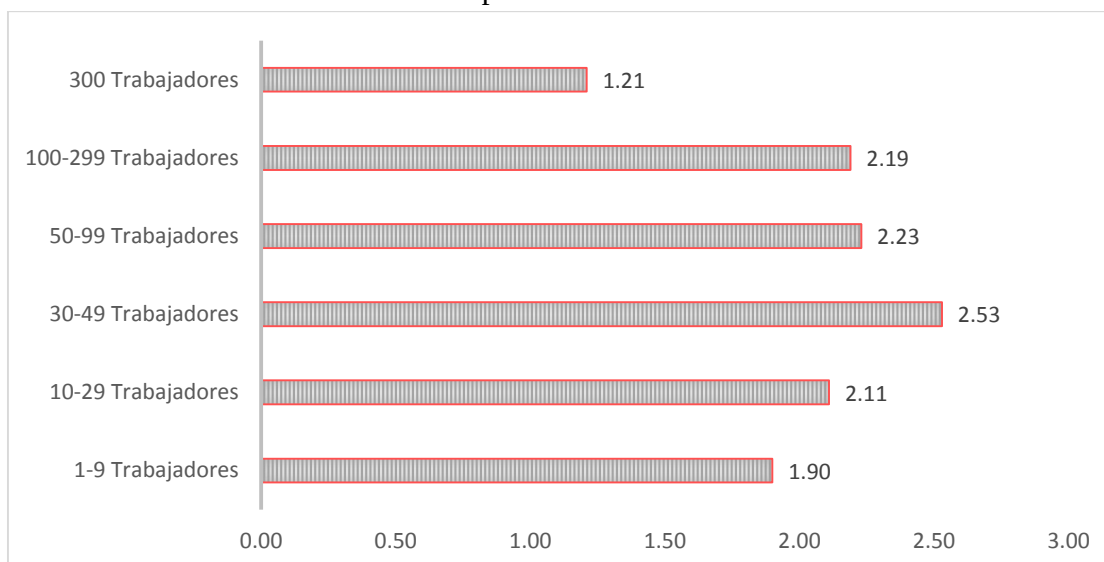


Fuente: BLS, 2014

En Japón, la tasa de accidentes por 1,000 trabajadores por tamaño de empresa es mayor en la empresa de 30 a 49 trabajadores con 2.53; seguida de la empresa con una capacidad

de 50 a 99 trabajadores con una tasa de 2.23 (Gráfico 1.9) (Japan Industrial Safety and Health Association, 2010).

Gráfico 1.9 Tasa de accidentes por 1,000 trabajadores por tamaño de empresa en el año 2009



Fuente: Japan Industrial Safety and Health Association, 2010.

### 1.1.3 Costos relacionados con las lesiones y las enfermedades de trabajo

EL impacto económico de los accidentes y enfermedades de trabajo ocasionan daños y pérdidas. Los costos de las lesiones y las enfermedades afectan a los empresarios (22.1%), los trabajadores (50.5%) y la comunidad (27.4%) (WSH Institute, 2013), a los empresarios con pérdidas económicas; a los trabajadores con sufrimiento y muerte; y a las sociedades con reducción de la pérdida de la productividad, la capacidad de trabajo (Tabla 1.5) (International Labor Office, 2003; International Labor Office, 2012). Siendo los trabajadores los más afectados además del daño psicológico causado al lesionado y a la familia.

Los costos que generan los accidentes y enfermedades laborales afectan la economía de los países. Dichos costos, varían entre 1.8 a 6% del PIB, con un promedio de 4% (Takala et al., 2014). Por su parte, Singapur siendo el segundo país más competitivo (World Economic Forum, 2015) significó el 3.2% del PIB para el año 2011, con un 10.45 billones de dólares (WSH Institute, 2013). Por su parte, para Australia considerado el noveno país

más competitivo de la Unión Europea (UE-27) representan un 4.8 % de PIB para los años 2008 y 2009 (Takala, 2012).

Tabla 1.5 Costos originados por los distintos agentes económicos.

|                     | <b>Detalle de Costos (S\$ billion)</b>                                   | <b>Total de Costos (S\$ billion)</b> |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Empresarios</b>  | Costos de rotación del personal                                          | 2.31 (22.1%)                         |
|                     | Costos de capacitación                                                   |                                      |
|                     | Pérdida de producción                                                    |                                      |
|                     | Primas de seguros                                                        |                                      |
|                     | Costos legales                                                           |                                      |
| <b>Trabajadores</b> | Pérdida neta de ganancias futuras (ganancias futuras menos compensación) | 5.28 (50.5%)                         |
|                     | Costos adicionales por tratamiento médico                                |                                      |
|                     | Costos de rehabilitación                                                 |                                      |
| <b>Comunidad</b>    | Pago social                                                              | 2.87 (27.4%)                         |
|                     | Costos de Investigación / Inspección                                     |                                      |
|                     | Pérdida fatal del capital humano                                         |                                      |
|                     | Subsidio médico                                                          |                                      |
| <b>Total</b>        |                                                                          | <b>S\$10.45 Billones</b>             |

Fuente: WSH Institute, 2013

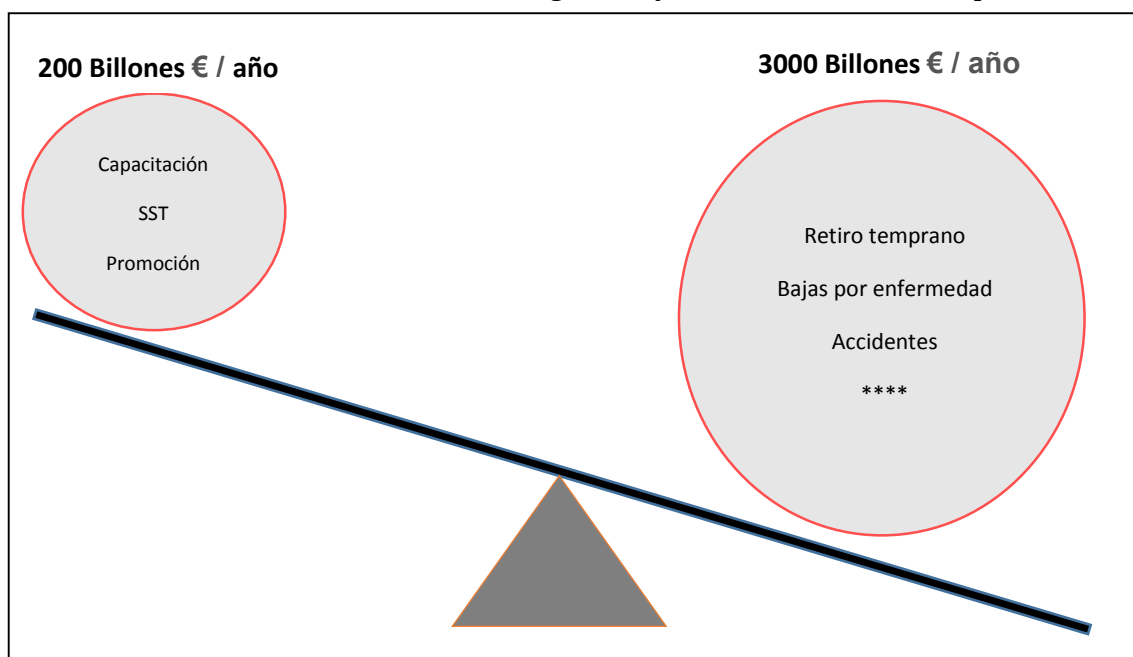
#### 1.1.3.1 Costos económicos vs prevención de la seguridad y salud en el trabajo

Los costos económicos de los problemas de seguridad y salud en el trabajo generan una carga considerable para la competitividad (Niu, 2010), por lo tanto los costes de la prevención han de ser consideradas inversiones rentables (Takala, 2014).

Los costos de seguridad y salud laboral se divide en dos categorías: Costos de prevención y costos de los accidentes (costos directos e indirectos); los costos indirectos pueden ser

36 veces más grandes que los costos directos (Yılmaz y Kanit, 2018). Existe una fuerte diferencia entre los costos generados por las lesiones y enfermedades de trabajo en los países representada por 3,000 billones de dólares y a la inversión que se realiza en la prevención de accidentes laborales únicamente a 200 billones de dólares (Figura 1.2) (Takala, 2014). Los cálculos se basan en cálculos de gastos por Ahonen en Finlandia (Ahonen, 2010 y adaptado por Takala, et. al, 2014).

Figura 1.2 Desequilibrio entre las inversiones en la seguridad y la salud y los costos debido a la falta de seguridad y salud en la Unión Europea



Fuente: Ahonen, 2010 adaptación Takala, 2014

El costo total de las lesiones en la industria de la construcción en Estados Unidos se estima en \$ 11.5 millones de dólares en el año 2002, cifra que tiene un significado del 15% de los costos de toda la industria privada. El costo promedio por lesión en el sector de la construcción es \$ 27,000 dólares, casi el doble del costo por caso de \$ 15,000 dólares para toda la industria en 2002 (Waehrer, Dong, Miller, Haile y Men, 2007).

En Gran Bretaña el costo económico total de accidentes de trabajo y los nuevos casos de enfermedad relacionada con el trabajo en la construcción en 2013- 2014 se estima que

representa alrededor del 7% del costo total de todas las industrias (Health and Safety Executive, 2015).

Carlos-Rivera, Aguilar-Madrid, Gómez-Montenegro, Juárez-Pérez, Sánchez-Román, Montandon, y Borja-Aburto, (2009) realizaron un estudio para estimar la magnitud de los costos directos de la atención sanitaria de las lesiones profesional en México con datos de la memoria estadística del IMSS 2005, donde la tasa de lesiones en el trabajo fue de 2.9 por cada 100 trabajadores, presentado los siguientes costos de atención médica: 1.- El costo para los trabajadores con actividad formal de \$753, 420,222. 2.- El costo de los trabajadores con actividad informal es aproximadamente el 1% del PIB.

En el año 2002, los trabajadores asegurados del IMSS que recibieron atención médica fueron 373, 239. El 79% fueron clasificados como accidentes de trabajo, el 19% como accidentes en trayecto, y el 2% restante como enfermedades profesionales (Rivera et. al., 2009). El Costo médico promedio de accidentes de trabajo fue de \$ 2,059 dólares por caso, las contusiones simples presentaron el menor costo promedio por caso de \$ 225 USD, con la tasa de frecuencia más alta (79,544 casos), por su parte el tratamiento para quemaduras presento el costo promedio por caso más alto de 38, 250 y con una tasa de frecuencia baja (201 casos) (Carlos-Rivera, et. al., 2009).

#### 1.1.4 Accidentes y enfermedades laborales en el sector de la construcción

Se identificó que el sector es de mayor tasa de incidencia en los accidentes laborales, por lo tanto, revisaremos las estadísticas de algunos países.

##### 1.1.4.1 Accidentes y enfermedades de trabajo en la Unión Europea en el sector de la construcción

Dentro de la Comunidad Económica Europea (UE-28), la construcción, la industria manufacturera, el transporte y el almacenamiento, la agricultura, la silvicultura y la pesca en conjunto representaron dos tercios (66.6%) de todos los accidentes mortales en el trabajo y poco menos de la mitad (47.8%) de todos los accidentes no mortales de trabajo en el año 2012 (Eurostat Statistics Explained, 2015).

Más de uno de cada cinco (22.2%) de los accidentes mortales en el trabajo en la UE-28 en el año 2012, se llevó a cabo en el sector de la construcción, mientras que el sector

manufacturero tuvo la siguiente participación más alta (16.6%) (Eurostat Statistics Explained, 2015).

1.1.4.2 Accidentes y enfermedades de trabajo en Singapur en el sector de la construcción  
La tasa de lesiones mortales en el sector de la construcción en los últimos dos años ha sido el principal contribuyente en lesiones mortales con 26 en el año 2012 y en el año 2013 con 33 lesiones mortales (56% las lesiones mortales en el lugar de trabajo). La tasa de lesiones mortales en el sector de la construcción aumentó de 5.9 por 100.000 personas empleadas en el año 2012 a 7.0 por 100.000 personas empleadas en 2013 (Workplace Safety & Health Statistics Report, 2013).

1.1.4.3 Accidentes y enfermedades de trabajo en Estados Unidos en el sector de la construcción

En Estados Unidos, en el año 2014, en el sector de la construcción presenta una tasa de incidencia de 3.5 con 196.3 millones de casos dentro de la industria privada presentándose como la segunda tasa más alta (Tabla 1.6) (BLS, 2014).

Tabla 1.6 Tasa de incidencias y número de lesiones ocupacionales no mortales por industrias seleccionadas, 2014

| <b>Industria</b>                                            | <b>Tasa de incidencia</b> | <b>No. de casos (millares)</b> |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Todas las industrias incluyendo el gobierno local y estatal | 3.2                       | 3,486.40                       |
| <b>Industria Privada</b>                                    | <b>3</b>                  | <b>2,809.80</b>                |
| Producción de Bienes (17.6% empleo en Ind. Priv.)           | 3.6                       | 703.3                          |
| Recursos naturales y minería                                | 3.6                       | 66.5                           |
| Construcción                                                | 3.5                       | 196.3                          |
| Manufactura                                                 | 3.6                       | 440.5                          |
| Prestación de Servicios (82.4% empleo en Ind. Priv.)        | <b>2.8</b>                | <b>2,106.50</b>                |
| Comercio, transporte y servicios                            | 3.5                       | 770.5                          |
| Información                                                 | 1.3                       | 33.2                           |
| Actividades Financieras                                     | 1.2                       | 82.1                           |
| Servicios de negocios y profesionales                       | 1.4                       | 208.7                          |
| Servicios de salud y educación                              | 4                         | 612.1                          |
| Hotelería y entretenimiento                                 | 3.5                       | 327.4                          |
| Otros servicios, excepto administración pública             | 2.4                       | 72.5                           |

Fuente: BLS, 2014

Las enfermedades laborales representaron el 4.9 por ciento de los casos de casi 3.0 millones de lesiones y enfermedades en 2014 y se produjo a una tasa de 15.3 casos por cada 10,000 trabajadores a tiempo completo, un descenso del 1.3 casos a partir de 2013. En la categoría de las enfermedades individuales el sector de la construcción es el más bajo en el área de producción de bienes con una tasa de incidencia 8.2 y la cuarta tasa más baja en la industria privada, sobresaliendo las enfermedades y desordenes en la piel (Tabla 1.7) (BLS, 2014).

Tabla 1.7 Tasas de incidencia de enfermedades laborales no mortales por sector de industria mayor, categoría de enfermedades, 2014

| Sector de la Industria                                                | Total de Casos | Enfermedades y desordenes de la piel | Condiciones respiratorias | Intoxicación | Pérdida de oído | Todas las demás enfermedades |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|------------------------------|
| <b>Tasas de incidencia por 10,000 trabajadores de tiempo completo</b> |                |                                      |                           |              |                 |                              |
| Todas las industrias incluyendo estado y gobierno local               | 17.5           | 2.6                                  | 1.6                       | 0.2          | 1.9             | 11.1                         |
| Industria privada                                                     | 15.3           | 2.3                                  | 1.3                       | 0.2          | 1.9             | 9.6                          |
| Producción de bienes                                                  | 26.0           | 3.3                                  | 1.2                       | 0.2          | 7.2             | 14.2                         |
| Recursos naturales y minería                                          | 20.5           | 5.5                                  | 2.4                       | 0.4          | 1.6             | 10.6                         |
| Construcción                                                          | 8.2            | 2.0                                  | 0.7                       | 0.1          | 0.3             | 5.1                          |
| Manufactura                                                           | 35.0           | 3.6                                  | 1.2                       | 0.1          | 11.2            | 18.9                         |
| Prestación de servicios                                               | 12.5           | 2.1                                  | 1.3                       | 0.2          | 0.6             | 8.4                          |
| Comercio, transporte y servicios públicos                             | 10.8           | 1.4                                  | 1.2                       | 0.1          | 1.3             | 6.8                          |
| Información                                                           | 8.4            | 0.5                                  | 0.2                       | -            | 1.1             | 6.6                          |
| Actividades financieras                                               | 5.4            | 0.6                                  | 0.7                       | -            | 0.4             | 5.2                          |
| Servicios profesionales y de negocios                                 | 7.9            | 1.5                                  | 0.6                       | 0.2          | 0.5             | 4.6                          |
| Servicios de educación y salud                                        | 25.2           | 4.0                                  | 2.7                       | 0.1          | 0.1             | 5.8                          |
| Esparcimiento y hospitalidad                                          | 10.8           | 3.2                                  | 1.3                       | 0.2          | 0.5             | 4.6                          |
| Otros servicios, excepto administración pública                       | 7.5            | 1.1                                  | 1.1                       | 0.6          | 1.8             | 20.7                         |
| Gobierno local y estatal                                              | 31.8           | 4.7                                  | 3.9                       | 0.6          | 1.8             | 20.7                         |
| Gobierno del estado                                                   | 32.8           | 3.5                                  | 4.1                       | 0.3          | 1.2             | 23.7                         |
| Gobierno local                                                        | 31.4           | 5.2                                  | 3.8                       | 0.7          | 2.1             | 19.6                         |

Fuente: BLS, 2014

En el sector de la construcción la tasa de incidencia más alta se presentó en la empresa de 11 a 49 trabajadores con 4.2, seguida de la empresa de 50 a 249 trabajadores con 3.8. La tasa de incidencia de 4.2 es la más alta en la industria privada en la empresa de 11 a 49 trabajadores, compartiendo dicha tasa con el sector de manufactura (Tabla 1.8) (BLS, 2014).

Tabla 1.8 Tasas de incidencias de lesiones y enfermedades de trabajo no mortales por sector de industria mayor, tamaño de empresa, 2014

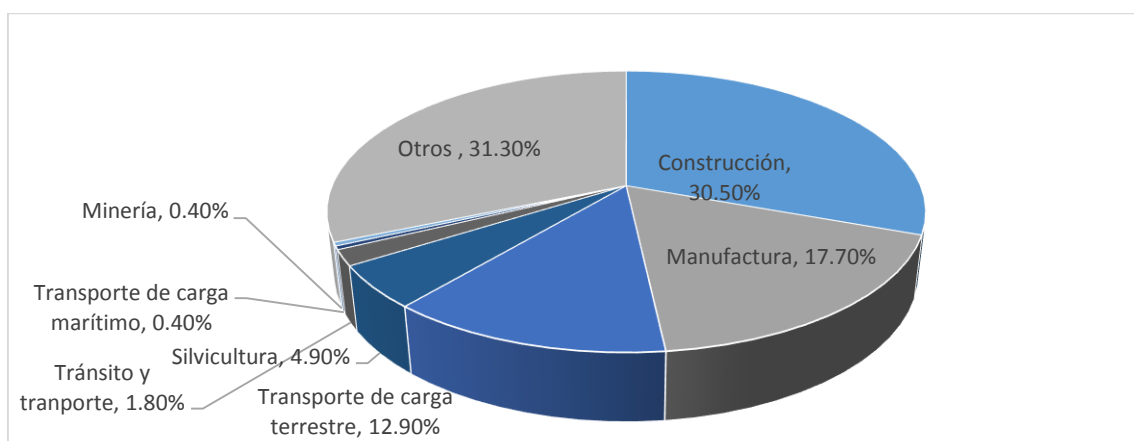
| Sector de la Industria                                         | Todos los establecimientos | Tamaño de la empresa (trabajadores) |         |          |           |        |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------|----------|-----------|--------|
|                                                                |                            | 1 a 10                              | 11 a 40 | 50 a 249 | 250 a 999 | + 1000 |
| Todas las industrias incluyendo el gobierno del estado y local | 3.4                        | 1.5                                 | 3.0     | 4.0      | 3.7       | 4.0    |
| Industria privada                                              | 3.2                        | 1.5                                 | 2.9     | 3.0      | 3.3       | 3.5    |
| Bienes producidos                                              | 3.8                        | 2.5                                 | 4.2     | 4.5      | 3.3       | 3.2    |
| Recursos naturales y minería                                   | 3.8                        | -                                   | 4.0     | 4.5      | 3.1       | 3.7    |
| Construcción                                                   | 3.6                        | 2.9                                 | 4.2     | 3.8      | 2.5       | 1.4    |
| Manufactura                                                    | 4.0                        | 2.0                                 | 4.2     | 4.8      | 3.5       | 3.6    |
| Prestación de servicios                                        | 3.0                        | 1.3                                 | 2.6     | 3.7      | 3.3       | 3.6    |
| Comercio, transporte y servicios públicos                      | 3.36                       | 1.6                                 | 3.2     | 4.3      | 4.7       | 4.4    |
| Información                                                    | 1.4                        | -                                   | 1.5     | 1.8      | 1.1       | 0.9    |
| Actividades Financieras                                        | 1.2                        | 1.3                                 | 1.3     | 1.4      | 1.0       | 0.8    |
| Servicios profesionales y de negocio                           | 1.5                        | 0.9                                 | 2.0     | 1.8      | 1.3       | 1.0    |
| Servicios de educación y salud                                 | 4.2                        | 1.2                                 | 2.7     | 5.0      | 5.0       | 5.2    |
| Esparcimiento y hospitalidad                                   | 3.6                        | -                                   | 3.0     | 4.5      | 5.4       | 5.0    |
| Otros servicios, excepto administración pública                | 2.5                        | 1.6                                 | 2.6     | 3.7      | 2.9       | 2.5    |
| Gobierno local y estatal                                       | 6.0                        | 3.2                                 | 4.8     | 5.0      | 5.0       | 4.9    |
| Gobierno del estado                                            | 4.1                        | -                                   | -       | 3.4      | 4.8       | 3.8    |
| Gobierno local                                                 | 5.4                        | -                                   | 4.6     | 5.3      | 6.0       | 5.4    |

Fuente: BLS, 2014.

#### 1.1.4.4 Accidentes y enfermedades de trabajo en Japón en el sector de la construcción

En Japón en el año 2010, el número de accidentes de trabajo mortales alcanzo la cifra de 1,195. El sector de la construcción es el que contribuyó con más accidentes laborales con 30.5%, seguido del sector de la manufactura y del transporte de carga terrestre, con 17.70% y 12.90% respectivamente (Gráfico 1.10) (Japan Industrial Safety and Health Association, 2010).

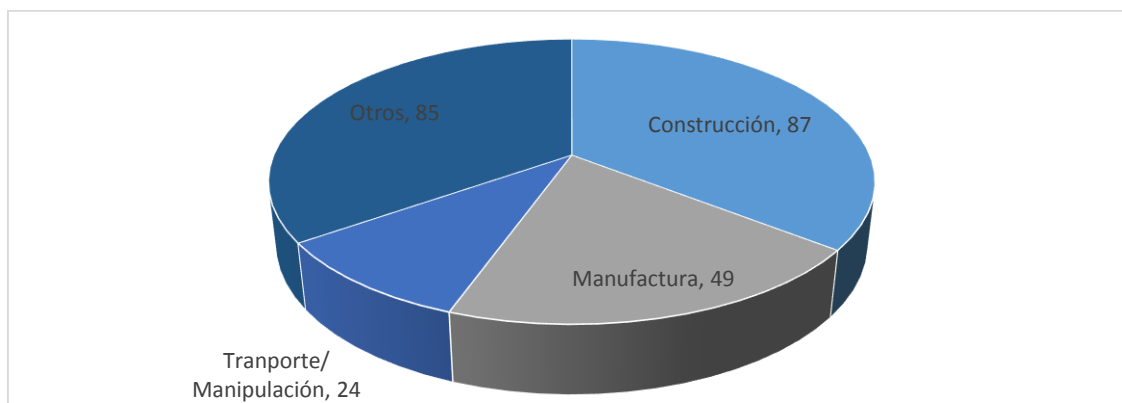
Gráfico 1.10 Porcentajes de muertes por sector (2010)



Fuente: Japan Industrial Safety and Health Association, 2010.

Además de ser el sector con mayor número de muertes, tiene 87 accidentes serios de una totalidad de 245 accidentes considerados de gravedad en el año 2010 (Gráfico 1.11) (Japan Industrial Safety and Health Association, 2010).

Gráfico 1.11 Número de accidentes serios por sector Industrial (2010).



Fuente: Japan Industrial Safety and Health Association, 2010.

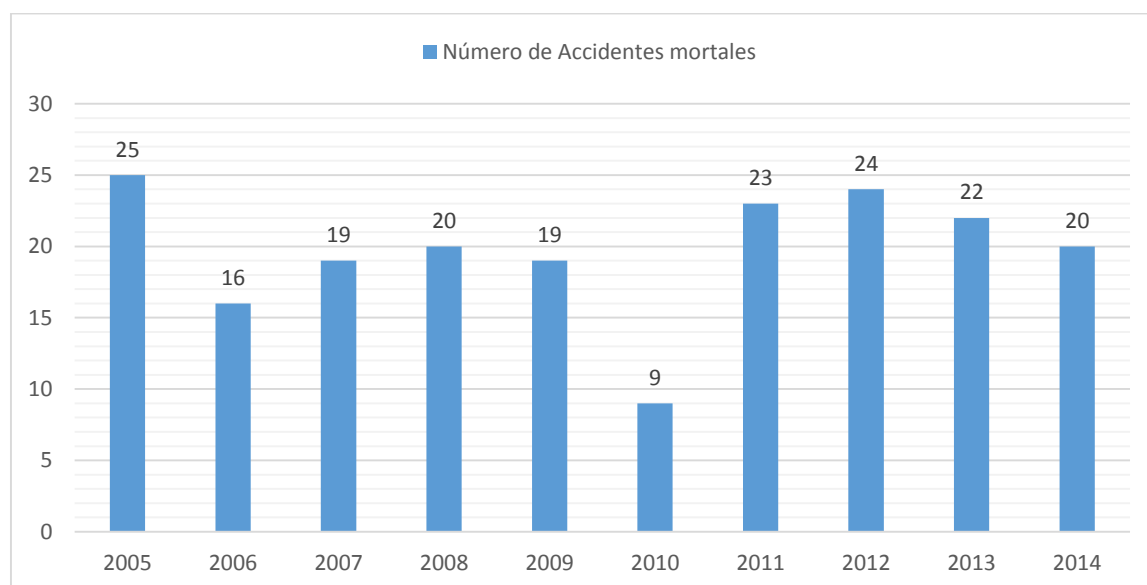
#### 1.1.4.5 Accidentes y enfermedades de trabajo en Hong kong en el sector de la construcción

La industria de la construcción todavía sigue registrando el mayor número de muerte y tasa de accidentes entre todos los sectores. El sector de la construcción mostró 3467 accidentes industriales en 2014, 7.3% por ciento arriba comparado con 3232 en el año

2013. Sobre el mismo periodo, la tasa de accidentes por 1000 trabajadores incremento por 2.7 por ciento de 40.8 a 41.9 (Labour Department, 2016).

Respecto a las muertes generadas por los accidentes se registraron 20 en el sector de la construcción para el año 2014, lo cual disminuyo 9.1% con respecto al registro del año 2013 con 22 muertes (Gráfico 1.12) el 76% de los accidentes fatales en las industrias de Hong Kong fueron registrados en el sector de la construcción para el año 2015 (Labour Department 2016)

Gráfico 1.12 Número de accidentes mortales y tasa de fatalidad por 1000 trabajadores



Fuente: Labour Department 2016

La tasa de mortandad por 1000 trabajadores en el sector de la construcción ha registrado durante los años 2014 y 2015 en un promedio de 0.259, en el año 2014 tuvo una tasa de 0.242, lo cual mostro un registro menor que 2013.

Tabla 1.9 Tasa de mortandad por 1,000 trabajadores para el sector de la construcción

| Año  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tasa | 0.422 | 0.303 | 0.379 | 0.405 | 0.376 | 0.163 | 0.367 | 0.337 | 0.277 | 0.242 |

Fuente: Labour Department 2016

#### 1.1.4.6 Accidentes y enfermedades en el Sector de la Construcción en México

El Sector de la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil presentan la segunda tasa de incidencia más alta 3.0 (por cada 100 trabajadores) en accidentes y enfermedades del trabajo y presenta el primer grupo de actividad económica de defunciones con una tasa de incidencia de 1.8 por cada 10,000 trabajadores (Tabla 1.10) (Memorias estadísticas IMSS, 2014).

Tabla 1.10 Riesgos Laborales por Grupo de Actividad Económica 2014 Nacional.

| No. | Grupo                                                                                        | Patrones | Trab. Prom. | Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales |       |                                       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|----------------------------------------------------|-------|---------------------------------------|
|     |                                                                                              |          |             | Casos                                              | %     | Tasa de Incidencia por cada 100 Trab. |
| 1   | Compraventa en tiendas de autoservicio y departamentos especializados por línea de mercancía | 6,850    | 721,252     | 34,585                                             | 8.4   | 4.8                                   |
| 2   | Construcción de edificaciones y de obra de ingeniería civil                                  | 72,147   | 1,089,155   | 32,319                                             | 7.9   | 3.0                                   |
| 3   | Servicios profesionales y técnicos                                                           | 76,007   | 1,897,559   | 27,683                                             | 6.8   | 1.5                                   |
| 4   | Compraventa de alimentos, bebidas y productos del tabaco                                     | 53,659   | 679,131     | 29,915                                             | 6.6   | 4.0                                   |
| 5   | Elaboración de alimentos                                                                     | 29,136   | 632,147     | 21,217                                             | 5.2   | 3.4                                   |
| 6   | Preparación y servicio de alimentos y bebidas                                                | 46,285   | 544,364     | 20,513                                             | 5.0   | 3.8                                   |
|     | Resto de los grupos                                                                          | 553,418  | 11,240,387  | 246,016                                            | 60.1  | 2.2                                   |
|     | Total                                                                                        | 837,502  | 16,803,995  | 409,248                                            | 100.0 | 2.4                                   |

Fuente: Memoria estadística IMSS, 2014.

La industria de la construcción presenta tasas de riesgos de trabajo y accidentes altas, 3.2 y 2.9 por cada 100 trabajadores, mientras que es una de las más bajas en accidentes en trayecto 3.0 por cada 1,000 trabajadores y de enfermedades de trabajo de 3.0 por cada 10,000 trabajadores (Memorias estadísticas IMSS, 2014).

Los factores relacionados con las condiciones del lugar de trabajo, el medioambiente, la organización del trabajo son la causa de mortandad laboral en México (Gonzalez-Delgado, et al., 2015).

Tabla 1.11 Defunciones por Grupo de Actividad Económica 2014 Nacional.

| No | Grupo                                                       | Patrones       | Trabajad.<br>Promedio | Accidentes de Trabajo y<br>Enfermedades Profesionales |              |                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------|
|    |                                                             |                |                       | Defuncio<br>nes                                       | %            | Tasa de<br>incidencia<br>por cada<br>10,000<br>trab. |
| 1  | Construcción de edificaciones y de obra de ingeniería civil | 72,147         | 1,089,155             | 195                                                   | 19.3         | 1.8                                                  |
| 2  | Transporte terrestre                                        | 37,146         | 468,565               | 145                                                   | 14.3         | 3.1                                                  |
| 3  | Servicios profesionales y técnicos                          | 76,007         | 1,897,559             | 79                                                    | 7.8          | 0.4                                                  |
| 4  | Servicios de administración pública y seguridad social      | 1,301          | 1,051,331             | 48                                                    | 4.7          | 0.5                                                  |
| 5  | Compraventa de alimentos, bebidas y productos del tabaco    | 53,659         | 679,131               | 47                                                    | 4.6          | 0.7                                                  |
| 6  | Elaboración de alimentos                                    | 19,136         | 632,147               | 40                                                    | 4.0          | 0.6                                                  |
| 7  | Resto de los grupo                                          | 568,106        | 10,986,107            | 458                                                   | 45.3         | 0.4                                                  |
|    | <b>Total</b>                                                | <b>837,502</b> | <b>16,803,995</b>     | <b>1,012</b>                                          | <b>100.0</b> | <b>0.60</b>                                          |

Fuente: Memoria estadística IMSS, 2014.

#### 1.1.5 Seguridad y salud ocupacional en el sector de la construcción

El sector de la construcción emplea cerca del 7% de la fuerza de trabajo a nivel mundial, pero es responsable del 30 al 40% de las muertes laborales (Sunindijo y Zou, 2012). En los países industrializados emplea de 6 al 10% de la fuerza de trabajo, lo que representa del 20 al 40% de los accidentes mortales de trabajo; en los países subdesarrollados presentan una tendencia similar e inclusive peor (Ranheem y Hinze, 2014).

La industria de la construcción representa una parte sustancial de la economía europea. Las actividades de construcción en la UE-27, proporcionaron empleo a un estimado de 15 millones de personas en 2010 (aproximadamente un 11.5% de la población activa en la economía comercial no financiera), al tiempo que generó un estimado de 562 millones de euros (9.3% del valor añadido total de la economía comercial no financiera) (Eurostat Statistics Explained, 2015).

La tasa de accidentes de trabajo de la construcción afecta a los costes generales del proyecto y el costo de la salud y seguridad en el trabajo (Maryani, Wignjosoebroto y Pasiwi, 2015). El fracaso de la gestión de la SST en las obras de construcción puede conducir al fracaso y la pérdida de las obras de construcción para los contratistas en la ejecución de los proyectos de construcción (Maryani, et al., 2015).

Dado las afectaciones que genera los accidentes laborales en el sector de la construcción, es importante entender como diversos factores contextuales del lugar de trabajo y las condiciones de trabajo pueden influir en los resultados de seguridad y salud en el trabajo. Los accidentes en el sitio de construcción no pueden atribuirse únicamente a las prácticas laborales inseguras de los trabajadores (Choudhry y Dongping, 2008).

El sector de la construcción es una de las industrias que tienen los peores resultados en salud y seguridad ocupacional. Las estadísticas presentadas en cada país, cada año reflejan esta dinámica: lesiones fatales, discapacidades y hospitalización. La naturaleza del sector de la construcción es incierta que presenta características únicas (Tabla 1.12).

Tabla 1.12 Características del trabajo en el sector de la Construcción

| Autor                                     | Características del Sector                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wirahadikusumah, 2006                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización de trabajo móvil.</li> <li>• Condiciones de trabajo en espacio abierto.</li> <li>• Fuerte influencia por el clima.</li> <li>• Tiempo de ejecución limitada y una agenda apretada.</li> <li>• Trabajo dinámico y de esfuerzo físico.</li> <li>• Trabajadores sin habilidades.</li> <li>• Débil implementación de SST.</li> </ul> |
| Gurcanli y Mungen, 2009                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones inciertas</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Laitinen, Paivarinta, 2010                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria que más demanda condiciones físicas de trabajo.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Rozenfeld, Sacks, Rosenfeld, y Baum, 2010 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotación frecuente de los equipos de trabajo.</li> <li>• Altas proporciones de trabajadores no calificados y temporales</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |
| Swueste, 2012                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturaleza dinámica en la planeación.</li> <li>• La población expuesta a los cambios de clima.</li> <li>• La intensidad del trabajo y</li> <li>• La singularidad de los productos finales.</li> </ul>                                                                                                                                        |
| Maryani, Wignjosoebroto y Partiw, 2015    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características peligrosas.</li> <li>• Cambios impredecibles.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Fuente: Elaboración propia con autores citados.

Sarmiento-Salinas, et. al., 2004 considero que el sector de la construcción tiene características particulares “carece de instalaciones fijas para su producción, los productos finales son diferentes cada vez; está sujeto a las variaciones del mercado de sus insumos, los cuales no pueden ser almacenados; emplea una planta mínima de trabajadores y una gran cantidad de mano de obra eventual, la cual en la mayoría de las veces proviene del medio rural y está compuesto básicamente por mano de obra móvil no calificada; las actividades son manuales y exigen un gran esfuerzo físico y finalmente, está sujeta a gran rotación de personal” (p.594).

El medio ambiente laboral en el sector de la construcción es un sitio es dinámico. Las ubicaciones de los trabajadores son inciertas y sus movimientos impredecibles. Por su parte, los riesgos laborales son el resultado de la interacción entre diferentes actividades simultáneas, por lo tanto el control de riesgos laborales debe ser proactivo en tiempo real (Isaac y Edrei, 2016), por lo tanto se deben identificar las estrategias proactivas que permitan la disminución de los accidentes laborales en la industria de la construcción.

Los trabajadores de la construcción están expuestos a riesgos químicos, físicos, biológicos y ergonómicos que pueden ocasionar lesiones agudas, enfermedades crónicas y discapacidades permanentes o incluso la muerte de los trabajadores (Vigneshkumar y Maheswari, 2018).

Las diferentes fuentes de riesgos para la salud en el sitio de construcción incluyen peligros químicos, físicos y ergonómicos. “Los peligros químicos a menudo están en el aire y pueden aparecer como gas, vapor, humo, polvo y niebla. Los peligros físicos se deben a exposiciones como temperaturas extremas, ruido, vibración y radiación que causan diferentes riesgos para la salud. Los peligros ergonómicos se deben al levantamiento y transporte de objetos, trabajos repetitivos, trabajos en posturas incómodas, esfuerzos energéticos y musculares y presión externa” (Vigneshkumar y Maheswari, 2018, p.5).

La naturaleza única de las actividades de construcción requiere la participación de múltiples organizaciones, personal de diferentes culturas altamente especializado y con una variedad de oficios, interactuando y laborando en conjunto en actividades de constante cambio para la reducción de riesgos (Lin, 2010).

El sector de la construcción opera mediante proyectos, los cuales son transitorios. Por su parte, el conocimiento en el sector de la construcción se encuentra almacenado en los empleados, por lo tanto, al término del proyecto y las bajas de los empleados (cesión de contrato, renuncia o jubilación), el conocimiento organizacional se pierde (Abu Bakar, Yusof, Tufail y Virgiyanti, 2016).

En consecuencia, los proyectos son considerados como actividades aisladas, el conocimiento generado en el sector de la construcción no es utilizado y el aprendizaje proveniente de los proyectos anteriores, no es utilizado provocando retrasos, reprocesos, repetición de errores y costos (Esmi y Ennals, 2009). Por otro lado, la falta de la gestión del conocimiento en seguridad genera que el conocimiento aprendido se pierda y se repitan los accidentes laborales (Sabran, 2016).

## **1.2 Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son las estrategias proactivas de seguridad laboral que ayudan a cubrir las necesidades dinámicas del sector de la construcción?
- ¿Cuáles son los modelos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional en el sector de la construcción de mayor impacto?
- ¿Cuáles son los factores ambientales del sector de la construcción que afectan la seguridad?
- ¿Cuáles son los elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que influyen en los factores ambientales del sector de la construcción?
- ¿Qué indicadores de desempeño de seguridad son utilizados en la gestión del conocimiento para mejorar los factores ambientales del sitio?
- ¿Qué efecto tiene la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional en el trabajo en el sector de la construcción?

### **1.3 Propósito de la investigación**

Analizar los elementos del modelo de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que evite la pérdida de conocimiento, cubra las necesidades dinámicas del sector de la construcción y ayude a mejorar los factores ambientales seguridad.

### **1.4 Objetivo General**

Determinar los elementos del modelo de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que evite la pérdida de conocimiento, cubra las necesidades dinámicas del sector de la construcción y ayude a mejorar los factores ambientales de seguridad.

### **1.5 Objetivo específicos**

- Identificar y analizar las estrategias proactivas de seguridad laboral que ayudan a cubrir las necesidades dinámicas del sector de la construcción.
- Investigar los modelos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional en el sector de la construcción de mayor impacto.
- Identificar los factores ambientales del sector de la construcción
- Investigar y analizar cuáles son los elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que influyen en los factores ambientales de seguridad
- Investigar y analizar qué indicadores de desempeño de seguridad son utilizados en la gestión del conocimiento para mejorar los factores ambientales del sitio

### **1.6 Justificación de la investigación**

La justificación de la investigación se presenta mediante, la conveniencia, la relevancia social, las implicaciones prácticas, el valor teórico y la utilidad metodológica que a continuación se describen:

#### **1.6.1 Conveniencia**

Un accidente ocurre por la combinación simultanea de los elementos precedentes al evento indeseado (Hollnagel, 2008; Jorgensen, 2011), por lo que se requiere la capacidad

de los trabajadores para identificar los elementos peligrosos, su combinación simultánea que evite llegar al daño indeseado (Jorgensen, 2015).

El sector de la construcción es uno de los factores con mayores accidentes graves y fatales, se requiere de la gestión del conocimiento que permita disminuir los accidentes de trabajo con un entorno de trabajo dinámico ante riesgos inesperados.

WHS Institute (2013) identificó una correlación inversa entre la competitividad y la salud ocupacional, por lo tanto a mayor número de accidentes menor competitividad. Los países con mayor puntuación en el indicador de competitividad global muestran menos números de accidentes laborales.

Por consiguiente, la competitividad es un tema que preocupa tanto a las agencias de gobiernos y organismos multilaterales como a los sectores empresariales y académicos de todo el mundo. El mapa de Competitividad del Banco Interamericano de Desarrollo modificado por Saavedra (2012a) es un instrumento cuantitativo para evaluar el nivel de competitividad percibido por los empresarios o gerentes de cada organización.

Tabla 1.13 Mapa de Competitividad del BID. Áreas de análisis e indicadores.

| <b>Áreas de Competitividad</b>   | <b>Indicadores</b>                                                   |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Planificación estratégica</b> | Proceso de Planeación Estratégica<br>Implementación de la Estrategia |
| <b>Recursos Humanos</b>          | Capacitación del Personal<br>Salud y Seguridad Industrial            |

Fuente: Mora-Riapiraa, Vera-Colina, Melgarejo-Molina, 2014 en base Saavedra 2012b.

Con base al mapa de competitividad un área de competitividad es la Planeación estratégica y uno de sus indicadores es la implementación de la estrategia (Tabla 1.13). Uno de los factores para la elección de la estrategia es el posicionamiento dentro de una industria, entendido como el enfoque general de la empresa para competir (PassemardBrian, 2000). Según Porter (1980) hay dos tipos de la ventaja competitiva: menor costo y la diferenciación.

El capital humano y el impulso a la economía del conocimiento son factores que determinan la capacidad competitiva de la empresa (Huber y Mungaray 2017). En efecto, Mora-Riaapiraa et al., (2014), considero recursos humanos como área de competitividad a por medio de la capacitación al personal y la seguridad y seguridad en el trabajo.

Tabla 1.14 Tipos de ventaja competitiva

| <b>ÁMBITO<br/>COMPETITIVO</b> | <b>VENTAJA COMPETITIVA</b> |                         |                          |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                               |                            | <b>COSTO</b>            | <b>DIFERENCIACIÓN</b>    |
|                               | Objetivo amplio            | Liderazgo en costos     | Diferenciación           |
|                               | Objetivo estrecho          | Estrategia costo global | Estrategia especializada |

Fuente: Porter, 1980.

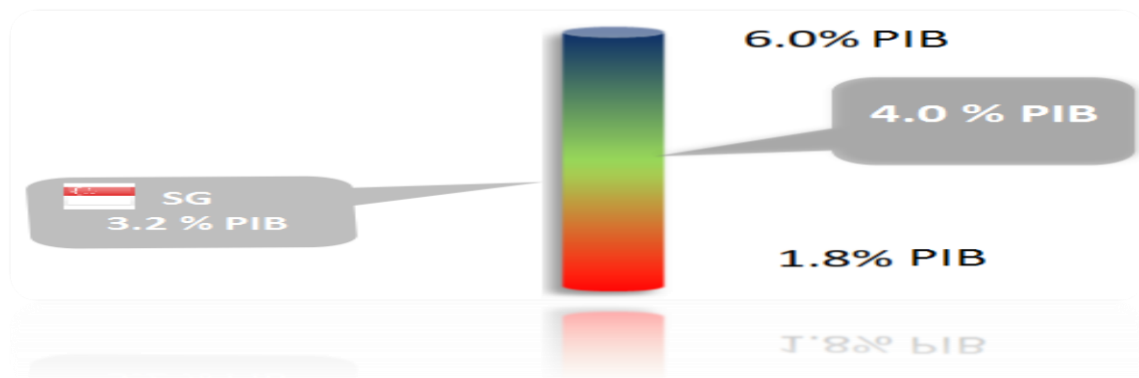
Por lo que al diseñar el modelo de la gestión del conocimiento en el trabajo para el sector de la construcción con el propósito de la disminución de accidentes de trabajo se reducirían los costos de seguridad en el trabajo, buscando una mejor competitividad, como lo indica Takala (2014), cuanto menor sea el número de accidentes de trabajo mayor será la competitividad.

#### 1.6.2 Relevancia social

La prevención de accidentes y enfermedades laborales es menos costosa y más eficaz que el tratamiento y la rehabilitación. Según datos de la OTI, (2014) Un trabajador muere por lesión laboral cada 15 segundos provocado por accidente o enfermedad, los costos de las lesiones y las enfermedades afectan a los empresarios, los trabajadores y la comunidad (WSH Institute, 2013).

Los costos económicos de las lesiones relacionadas con el trabajo y la enfermedad varían entre 1.8 a 6% del producto interno bruto (Figura 1.3) (Takala et. al, 2014) Por lo tanto, el costo de esta adversidad diaria es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud se estima en un 4 por ciento del Producto Interior Bruto global de cada año (OTI, 2014).

Figura 1.3 Costos económicos de las lesiones laborales



Fuente: Takala et. al, 2014

El Costo médico promedio de accidentes de trabajo en México fue de \$ 2,059 dólares por caso (Carlos-Rivera et. al., 2009). Por lo tanto al prevenir los accidentes laborales provocará un menor costo a la sociedad a través de la reducción de pagos sociales y subsidios médicos (WHS Institute, 2013).

### 1.6.3 Implicaciones prácticas

Las empresas tendrán la viabilidad para elaborar programa con los indicadores claves relacionados con la seguridad y salud ocupacional, en vez de recolectar información con actividades variadas (Sinelnikov, Inouye y Kerper, 2015), al identificar los indicadores precisos en el sector de la construcción se enfocará las medidas de seguridad exactas que deben aprender los trabajadores del sector.

### 1.6.4 Valor teórico

La gestión del conocimiento en el sector de la construcción es clave para generar una ventaja competitiva (Kale y Karaman, 2011; Kale y Karaman, 2012). Los principios y herramientas de la gestión del conocimiento es utilizada para mejorar la seguridad ocupacional (Sherehiy, y Karwowski, 2006).

Por lo tanto, al realizar un modelo de gestión del conocimiento en seguridad ocupacional para el sector de la construcción, que presentan características específicas dinámicas en su entorno laboral, ayudará a disminuir los accidentes mortales y graves que se presentan en dicho sector y a generar ventaja competitiva.

### **1.6.5 Utilidad Metodológica**

La presente investigación aportará un modelo de gestión del conocimiento en seguridad ocupacional para el sector de la construcción que permita la reducción de accidentes, por medio de la identificación y análisis de las estrategias claves de la gestión del conocimiento en seguridad, analizando el valor que tienen la identificación de riesgos proactiva y reactiva en la adquisición del conocimiento.

### **1.7 Alcances y limitaciones**

El alcance de este estudio incluye el diseño e implementación de un modelo de gestión del conocimiento en seguridad ocupacional, incluyendo indicadores adelantados y rezagados, en pequeñas, medianas y grandes empresas en el sector de la construcción, limitándolo en el estado de Hidalgo.

La investigación se está llevando a cabo en el transcurso de 1.5 año, contemplando las fases de la investigación, diseño e implementación del modelo en la empresa seleccionada.

### **1.8 Organización del estudio**

En orden que siguen las distintas partes que comprende la investigación es el siguiente:

El capítulo uno denominado propósito y organización incluye el planteamiento del problema, el propósito de la investigación, los objetivos general y específicos, la justificación de la investigación, sus alcances y limitaciones.

En el capítulo dos se presenta el marco contextual donde se muestra los factores que generan accidentes ocupacionales en el sector de la construcción, además de la situación en particular del sector de la construcción en México.

En el capítulo tres se exhibe el marco teórico referente al trabajo de investigación haciendo énfasis en seis líneas: gestión del conocimiento en seguridad ocupacional, estrategias de seguridad laboral, indicadores de desempeño de seguridad laboral, aprendizaje de la experiencia y factores del sector que influyen en la seguridad laboral.

En el capítulo cuatro se aborda la metodología de la investigación exponiendo sus etapas cualitativas y cuantitativas para la identificación tanto de factores que influyen en los accidentes de trabajo del sector de la construcción como los elementos claves del modelo de capacitación; incluyendo las etapas de recolección y análisis de datos.

En el capítulo cinco se analizan e interpretan los resultados obtenidos en las partes cualitativas y cuantitativas y se presentan las conclusiones.

En el capítulo seis se presentan las recomendaciones como efecto de los resultados expuestos en la investigación.

## CAPÍTULO 2

### MARCO CONTEXTUAL

En el presente capítulo presentamos los factores que influyen en los accidentes de trabajo en las organizaciones en el sector de la construcción a nivel internacional y nacional, para entender las causas de los accidentes laborales. Además se presenta las áreas de oportunidad que tiene México en comparación con los países más competitivos, por último se presenta la problemática del país en el ámbito de seguridad laboral en el sector de la construcción.

#### 2.1 Factores que influyen en los accidentes de trabajo en el sector de la construcción

El sector de la construcción es la industria con mayor número de accidentes laborales a nivel mundial y con un alto registro de muertes en diferentes países (Sunindijo y Zou, 2012). En Hong Kong, el 76% de los muertes laborales son generadas en el sector de la construcción, mientras que en Singapur representa el 40.9%. (Tabla 2.2) (Chiang, Wong y Liang, 2017).

Tabla 2.1 Accidentes fatales en la industria de la construcción por país o región en 2015

| <b>País</b>    | <b>Año</b> | <b>Número de accidentes fatales</b> | <b>Tasa de Fatalidad</b> | <b>Proporción de accidentes fatales del sector de la construcción en base a los accidentes fatales de toda la industria</b> |
|----------------|------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hong Kong      | 2015       | 19                                  | 19.98                    | 76.0                                                                                                                        |
| Estados Unidos | 2015       | 937                                 | 10.10                    | 19.4                                                                                                                        |
| Japón          | 2015       | 327                                 | 6.54                     | 33.6                                                                                                                        |
| Singapur       | 2015       | 27                                  | 5.40                     | 40.9                                                                                                                        |
| Australia      | 2015       | 33                                  | 3.20                     | 16.9                                                                                                                        |
| Gran Bretaña   | 2015-2016  | 43                                  | 1.94                     | 29.7                                                                                                                        |

Fuente: Chiang, Wong y Liang, 2017

Ismail, Doostdar y Harun, (2012) identificaron las estrategias que cada país ha adoptado para la reducción de los accidentes (Tabla 3.2), dichos factores han sido comparados con

la tasa de mortandad en el sector de la construcción (ILO, 2017) y el índice de competitividad de cada país (Schwab, 2015) con base en que cuanto menor sea el número de accidentes de trabajo mayor será la competitividad (Takala, 2014).

Tabla 2.2 Factores de seguridad adoptada por varios países

| <b>País</b>           | <b>Posición y valor del Índice de Competitividad Global 2015-2016</b> | <b>Tasa de Mortandad por 100,000 trabajadores en el sector de la construcción en el 2011 y 2014</b> | <b>Factor de Seguridad adoptado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Singapur</b>       | 2<br>5.68                                                             | 5.5 /2011<br>5.5/2014                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivo y castigo y reconocimiento (motivación en la seguridad)</li> <li>- Sistema de gestión de seguridad, póliza de seguro y requisitos legales (seguridad política o cultura de seguridad)</li> <li>- Marco de seguridad, gestión de dificultad y subcontratistas (factores de proceso)</li> <li>- Actitud de seguridad, compromiso de gestión y características contextual del trabajador (Factores personales)</li> </ul>                                                                                                                 |
| <b>Estados Unidos</b> | 3<br>5.61                                                             | 9.1/2011                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reunión de seguridad (apoyo de gestión)</li> <li>- Inspección de seguridad (motivación de seguridad)</li> <li>- Aplicación de la normativa de seguridad (responsabilidad de seguridad)</li> <li>- Entrenamiento de seguridad (Capacitación de seguridad)</li> <li>- Comunicación de seguridad (Factores personales)</li> <li>- Cooperación de seguridad (cultura de la seguridad)</li> <li>- Gestión de la relación de trabajador (organización de seguridad)</li> <li>- Recursos de la seguridad (instrucciones claras de seguridad)</li> </ul> |
| <b>Holanda</b>        | 5<br>5.50                                                             | 2.6/2011                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Normas de seguridad (código de seguridad y estándares)</li> <li>- Responsabilidad de la seguridad (responsabilidad de seguridad)</li> <li>- Formación de personal de seguridad (formación de seguridad)</li> <li>- Organización de seguridad (organización de seguridad)</li> <li>- Enfoque temático (instrucción clara de seguridad)</li> <li>- Análisis de seguridad (soporte de gestión)</li> </ul>                                                                                                                                           |
| <b>Finlandia</b>      | 8<br>5.45                                                             | 3 /2011                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrenamiento y práctica</li> <li>- Participación en el trabajo (Factor de proceso y entorno, etc.)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                  |            |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |            |                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Factores personales</li> <li>- Responsabilidad (responsabilidad de seguridad)</li> <li>- Objetivos claros y realistas</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Australia</b> | 21<br>5.15 | 5.3 /2011<br>6.1/2014 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comité de gestión del proyecto (soporte de gestión)</li> <li>- Gestión de riesgos (análisis de accidentes, control de seguridad)</li> <li>- Capacitación, información y promoción</li> <li>- Implementación (equipamiento, seguridad en entorno , seguridad en el supervisor)</li> <li>- Registro, informes e investigación (factor de proceso de seguridad)</li> <li>- Procedimientos de emergencia (organización de seguridad)</li> <li>- Revisión de seguridad (desarrollar comité y responsabilidad)</li> </ul>                           |
| <b>China</b>     | 28<br>4.89 | 19/2011               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reunión de seguridad (apoyo de gestión)</li> <li>- Inspección de seguridad motivación de seguridad)</li> <li>- Aplicación de la normativa de seguridad (responsabilidad de seguridad)</li> <li>- Entrenamiento de seguridad (entrenamiento de seguridad)</li> <li>- Comunicación de seguridad (Factores personales)</li> <li>- Cooperación de seguridad (cultura de la seguridad)</li> <li>- Gestión en la relación de trabajador (organización de seguridad)</li> <li>- Recursos de seguridad (instrucciones claras de seguridad)</li> </ul> |
| <b>España</b>    | 33<br>4.59 | 8.6/2011<br>8.2/2014  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Política de seguridad (cultura de seguridad)</li> <li>- Incentivo a la participación (motivación de seguridad)</li> <li>- Entrenamiento de seguridad</li> <li>- Comunicación (Factores personales)</li> <li>- Planificación de prevención (soporte de gestión)</li> <li>- Planificación de emergencia (organización de seguridad)</li> <li>- Control interno (control de seguridad)</li> <li>- Benchmarking (código de seguridad y estándares)</li> </ul>                                                                                     |

Fuente Ismail, et al., 2012.

En los países europeos dos tercios de los accidentes graves en el sector de la construcción son consecuencia de la mala organización del trabajo, la falta de supervisión y control y la incapacidad de los empleados para evaluar los riesgos operativos (Titus, 2013).

La afectación de la seguridad se da en tres ámbitos en la industria de la construcción, según Santoso (2004): a) para los trabajadores: dolor, discapacidad y muerte; b) en el desarrollo del proyecto, la alteración de la operación correcta del proyecto, el retraso de la terminación del proyecto así como el incremento de costos para la conclusión del proyecto; c) en términos del tiempo, gastos adicionales y demora para la realización del proyecto. Los riesgos de los proyectos de construcción incluyen costo, tiempo, calidad y seguridad para los actores del proceso de la construcción, además del daño al medio ambiente (Zou, Zhang y Wang; 2007).

Algunos de los factores identificados que afectan la seguridad ocupacional en los proyectos de la construcción son la carencia de: la capacitación, el aprendizaje organizacional, el conocimiento técnico y la evaluación del desempeño (Jitwasinkul y Hadikusumo, 2011). Las causas de la mayoría de los accidentes de trabajo en la industria de la construcción son la gestión negligente, la conciencia inadecuada de seguridad de los trabajadores y el sistema de protección de seguridad (Wulan, 2009; Cheng, Leu, Lin. y Fan., 2010).

La habilidad política del personal del proyecto influye positivamente en la ejecución de las tareas de gestión de seguridad y promueve el desarrollo del clima de seguridad en la construcción (Sunindijo y Zou; 2012). La habilidad política se define como "la capacidad de comprender a los demás en el trabajo y utilizar ese conocimiento para influir en los demás a actuar de forma que mejoren uno de los objetivos personales o de organización" (Ferris et al., 2005, p. 7).

Cheng, et al., (2010) identificaron los factores que contribuyen accidentes laborales en las empresas pequeñas en Taiwan en el sector de la Construcción son: la experiencia laboral es menor a un mes de los cuales el 12% ocurrió el primer día, los trabajadores temporales, los referentes a proyectos de la construcción en edificación, los trabajadores que se encuentra en la edad entre 25 y 44 años, el patrón no proporciono suficiente protección personal para los trabajadores, los equipos de protección personal no se utilizan correctamente, las guardas o las señales de advertencia de peligro fueron ignorados o no se utiliza en el ambiente de trabajo.

La causa del comportamiento inseguro en el trabajo es por la falta de información sobre la seguridad (no sé) y la mala actitud hacia la seguridad (no importa) (Titas D., 2013). Los factores personales y organizacionales que afectan el comportamiento de los trabajadores temporales de la construcción de manera directa son el clima de seguridad, la fatiga auto-percibida y el estrés del trabajo; los factores que influyen indirectamente son las características personales y la cultura de seguridad (Seo, Lee, Kim, Jee, 2015).

En las empresas pequeñas de la construcción el 12% de los accidentes de trabajo ocurrieron el primer día de trabajo (Cheng, et al., 2010) y en las empresas grandes los trabajadores más propensos a un accidente son los jóvenes con una mayor tasa de mortalidad (Camino, Fontaneda, González y Ritzel, 2011).

Una de las barreras transcendentales para implementar la seguridad es el precio que influye en la determinación de la elección del proyecto. Una estrategia de mejora es que los actores externos del proyecto como el gobierno, los clientes y las grandes organizaciones pongan como prioridad la seguridad y salud en el trabajo al vincularlo con las primas del seguro y el sistema de licitación, además de subsidiar la capacitación en seguridad para las pequeñas empresas (Sunindijo, 2015).

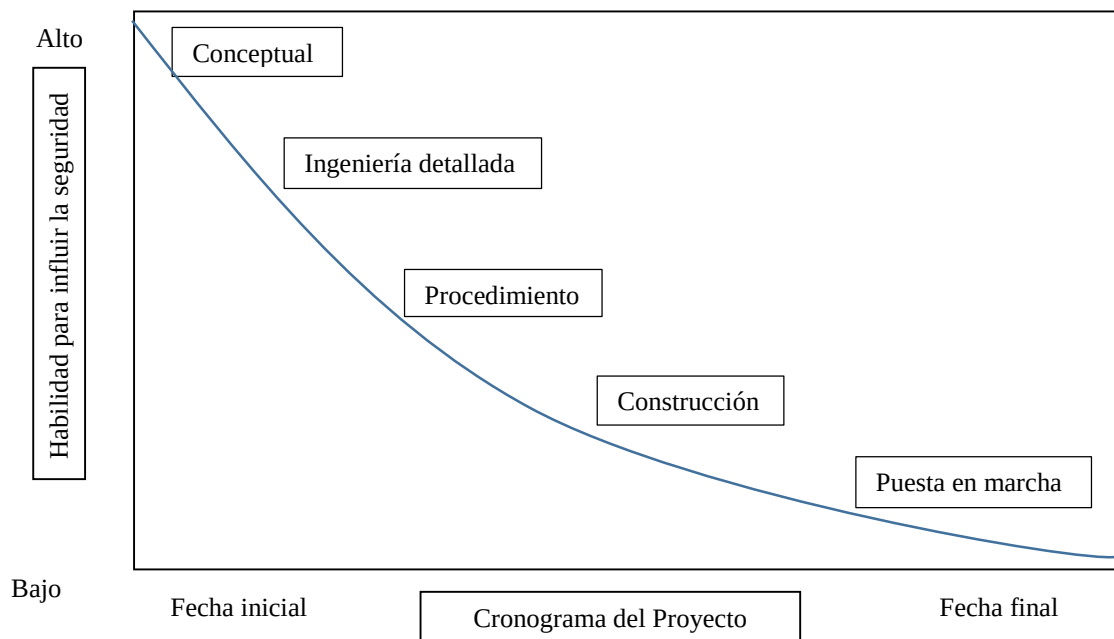
Las etapas de la construcción son: viabilidad, diseño, construcción, operación (Figura 2.1), siendo la etapa de la construcción la más propensa a los accidentes de trabajo, ya que en esta etapa se utilizan todos los recursos de proyectos de construcción e interactúan entre sí, lo que aumenta el riesgo de accidentes de trabajo (Zou, Zhang y Wang, 2007; Maryani, et al., 2015).

A pesar que las investigaciones se han enfocado en la etapa de la construcción para la reducción de accidentes (Zhou et al., 2015). Las etapas previas a la construcción son las determinantes de los resultados del desempeño de la construcción como el diseño (Reyes, San-Jose, Cuadrado y Sancibrian, 2014) y la planeación (Zhou et al., 2015).

Por lo tanto, las decisiones relativas al diseño de los proyectos tendrán un impacto importante en la seguridad del sitio y es por ello que la inapropiada capacitación de seguridad e identificación de riesgos se han desplazado de los trabajadores de la

construcción a la gerencia media y superior y a su vez al cliente y al diseñador (Swuest et al., 2012).

Figura 2.1 Las posibles oportunidades para influir en cada etapa de seguridad en la construcción



Fuente: Swueste et al., 2012.

Los riesgos del sector de la construcción se relacionan principalmente con los contratistas, seguidos por los clientes, los diseñadores, los subcontratistas / proveedores y agencias gubernamentales (Zou, Zhang y Wang, 2007). Las capas de la subcontratación afectan la seguridad (Manu, Ankrah, Proverbs y Suresh 2010).

Las características de los proyectos de la construcción (CPFs), los atributos que tienen los proyectos de construcción en base a los requerimientos de los clientes, las determinaciones del diseño y en general a las decisiones de la gestión del proyecto. Los CPFs son “denominados factores distales (raíz, origen), siendo la causa indirecta de los accidentes y son el inicio de los factores causales proximales que conducen directamente a los accidentes” (Manu et al., 2010, p-692).

Tabla 2.3 Características del proyecto de la construcción CPFs

| Característica del proyecto de la construcción | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Factor Proximal                             |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Naturaleza del proyecto                        | Los trabajos de renovación y demolición son más peligrosos que los nuevos trabajos; constituyen 50% de los accidentes mortales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Incertidumbre y complejidad de los peligros |
| Método de la construcción                      | La operación manual constituye un tercio de todos los accidentes de la construcción en el Reino Unido y en Finlandia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Operación Manual                            |
| Restricción en sitio                           | Un sitio restringido presenta una congestión del sitio siendo causa persistente de accidentes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Congestión del Sitio                        |
| Duración del proyecto                          | Una duración limitada establecida por el cliente o la gestión del proyecto representa presión de tiempo para la fase de construcción generando accidentes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tiempo de presión                           |
| Complejidad del diseño                         | Tanto un diseño deficiente como un diseño complejo son influencia de accidentes, así como un mayor deseo de cualidades estéticas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Dificultad en la construcción               |
| Subcontrato                                    | La identificación de la subcontratación como un factor causal en accidentes de construcción se ha presentado en diferentes países como España, Malasia, Filipinas, Polonia, Hong Kong, China y Australia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Fragmentación del equipo de trabajo         |
| Sistema de licitación                          | La contratación de la gestión y las compras tradicionales fragmentan el grupo de trabajo, por lo tanto impide la efectividad de la SST en el sitio y la contratación de gestión se considera más problemática cuando se trata de la dirección del mantenimiento de los bienes.                                                                                                                                                                                                                           | Fragmentación de la fuerza de trabajo       |
| Nivel de construcción                          | El nivel de construcción, en particular multinivel / de alto nivel implica el trabajo en altura que representa caídas de altura que han sido responsables de aproximadamente el 50% de los accidentes mortales en Reino Unido y causas de grandes accidentes.<br><br>En Singapur también reveló que la construcción subterránea tiene una mayor tasa de incidentes que la construcción de trabajo en alturas, que implica trabajar en espacios confinados que representa los resultados adversos de SST. | Trabajo en alturas                          |

Fuente: Manu et al, 2010

Los CPFs contribuyen en diversos grados a las causas de los accidentes, en base a la medida que se ve influenciada por el grado de prevalencia del factor proximal relevante dentro de los CPFs (Manu et al, 2010).

Tabla 2.4 Grado de contribución de los CPFs para causalidad de los accidentes

| Factor próximo                                | Alcance de la contribución del CPF a la causalidad del accidente |                           |                                                  |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|
|                                               | Bajo                                                             |                           | Alto                                             |
|                                               |                                                                  |                           |                                                  |
| <b>Incertidumbre y complejidad de riesgos</b> | Nuevo                                                            |                           | Demolición para remodelación                     |
| <b>Operación manual</b>                       | Construcción pre-ensamblado                                      |                           | Construcción en sitio convencional               |
| <b>Congestión en el sitio</b>                 | Sitio sin restricciones                                          |                           | Sitio restringido                                |
| <b>Tiempo de presión</b>                      | Duración sin restricciones                                       |                           | Duración justa                                   |
| <b>Fragmentación del equipo del proyecto</b>  | Diseño y adquisición de construcción en asociación               | Procedimiento tradicional | Contratos de gestión                             |
| <b>Dificultad en la construcción</b>          | Cualidades estéticas simples                                     |                           | Diseño complejo (Cualidades estéticas complejas) |
| <b>Trabajo en alturas/Espacio confinado</b>   | Bajo nivel de la construcción                                    |                           | Construcción en multinivel en alturas            |
| <b>Fragmentación de la fuerza de trabajo</b>  | Capa simple de contratación                                      |                           | Capas múltiples de subcontrato                   |

Fuente: Manu et al., 2010.

La tasa de fatalidad para el sector de la construcción fueron las caídas (Cheng, et al., 2010; NSC, 2013) de diferente nivel y la caída de objetos estacionarios o en movimiento que toman lugar en estructuras y andamios (Camino, Fontaneda, González y Ritzel, 2011, WSH Institute, 2016). La fuente de lesiones de las caídas en los proyectos de la construcción es la estructura e instalaciones de la construcción y como condición insegura

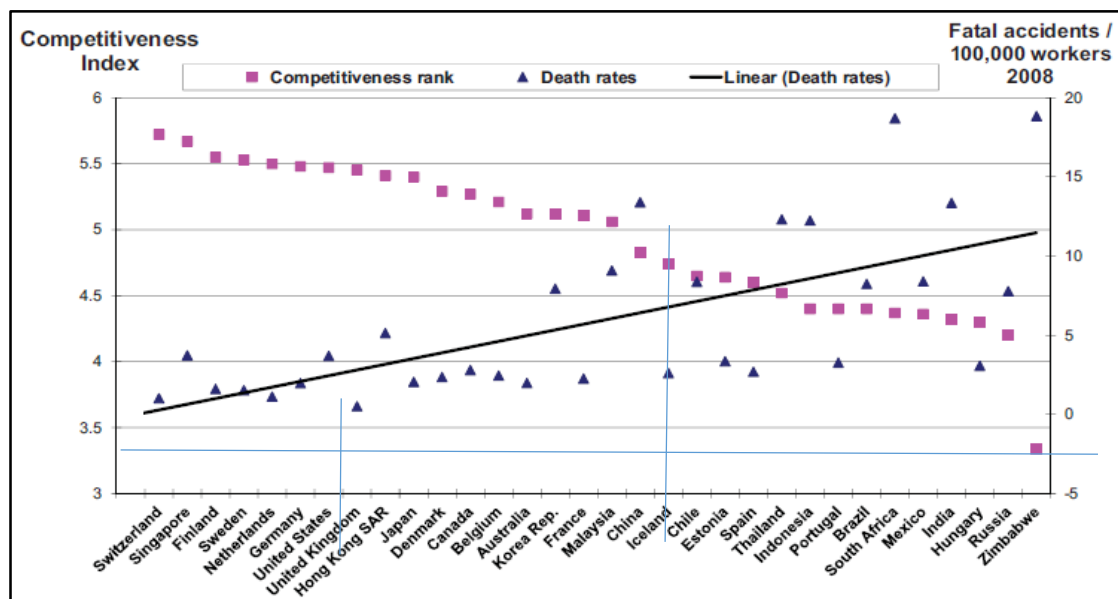
es que el empresario no proporciona el equipo de protección personal (Chenga, Leub, Chenge, Wud y Lin, 2012).

Por otro lado las reglas de la incidencia también indicaron que las caídas eran más comunes en proyectos privados en Taiwán en dos situaciones: 1) en empresas de menos de diez personas y en proyectos de construcción de menos de 5 millones de nuevo dólar taiwanés (NTD) y (2) los empleadores no proporcionaban equipo de protección personal para trabajadores, además, que los trabajadores no utilizaron el equipo de protección o hicieron caso omiso de las señales de peligro (Chenga, et al., 2012).

## 2.2 Relación entre la competitividad y la seguridad y salud ocupacional

Un nivel de competitividad y productividad alta en los países significa una fortaleza en la seguridad y salud en el trabajo, es decir, cuanto menor sea el número de accidentes de trabajo mayor será la competitividad (Takala, 2014).

Gráfico 2.1 Correlación inversa entre competitividad y salud ocupacional



Fuente: WSH Institute, 2013

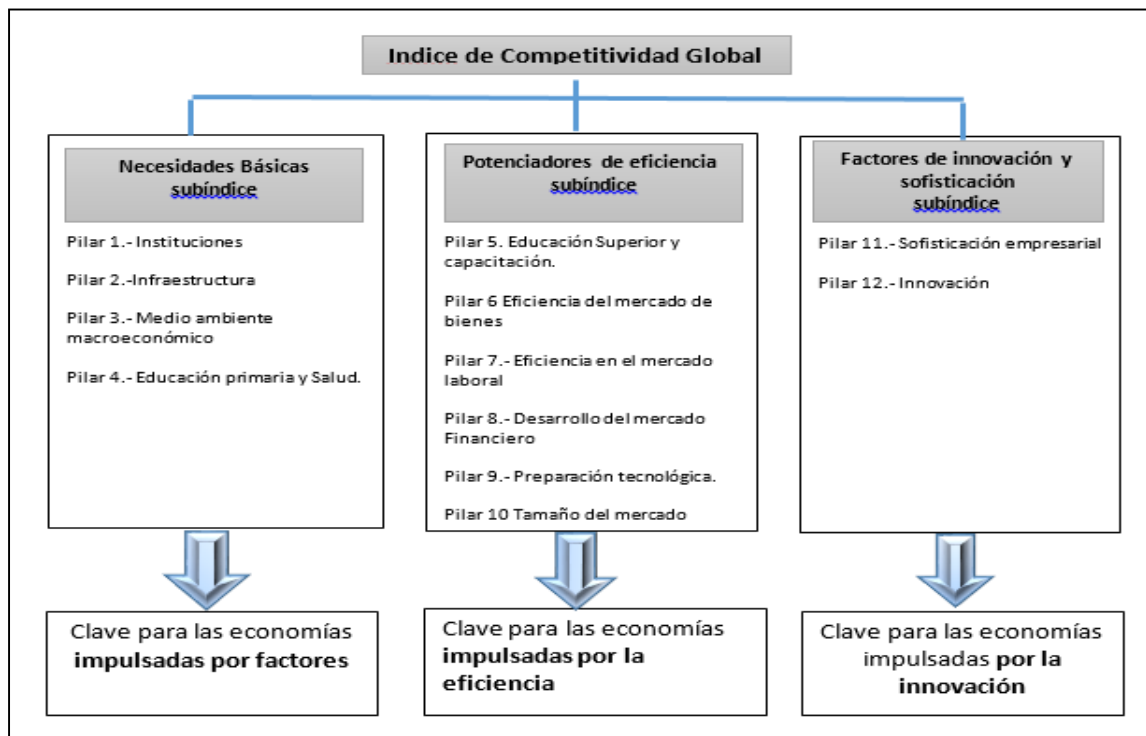
Los países con tasas de mortalidad más bajas tienen una posición más alta en el índice de competitividad como Suiza, Singapur y Finlandia. En la posición media relativa se encuentra Canadá, Australia y Francia, mientras que México, India y Rusia presentan un bajo desempeño en ambas escalas (World Economic Forum, 2015)

Por otra parte, existe una relación directa positiva entre la gestión del conocimiento y la ventaja competitiva (Meihami y Meihami, 2014). En base a lo anterior, es importante identificar en qué posición se encuentra el país, además de analizar su condición con respecto al capital del conocimiento. A continuación revisaremos la situación de México a nivel internacional.

### 2.3 Situación de México a nivel internacional

El índice de competitividad global fue implementado en 2004, el indicador ha servido para evaluar el desempeño de los países, el cual considera bases microeconómicas y macroeconómicas para medir la competitividad de una nación (Huber y Mungaray 2017); dicho índice se compone por tres subíndices: necesidades básicas, potenciadores de eficiencia y por último los factores de innovación y sofisticación. Cada Subíndice se compone de pilares que en su totalidad son 12 (World Economic Forum, 2015)

Figura 2.2 Estructura del Índice de competitividad global.



Fuente: World Economic Forum, 2015

México se encuentra en la posición 57 de 140 países. En general, el país cuenta con varios puntos fuertes de competitividad, incluyendo su mercado interior grande colocándose en la posición 11, mejoras en la eficiencia de los mercados financieros ocupando el lugar 46, la sofisticación de negocios (50), un marco macroeconómico sólido (56), y el fomento de la innovación (59) (World Economic Forum, 2015).

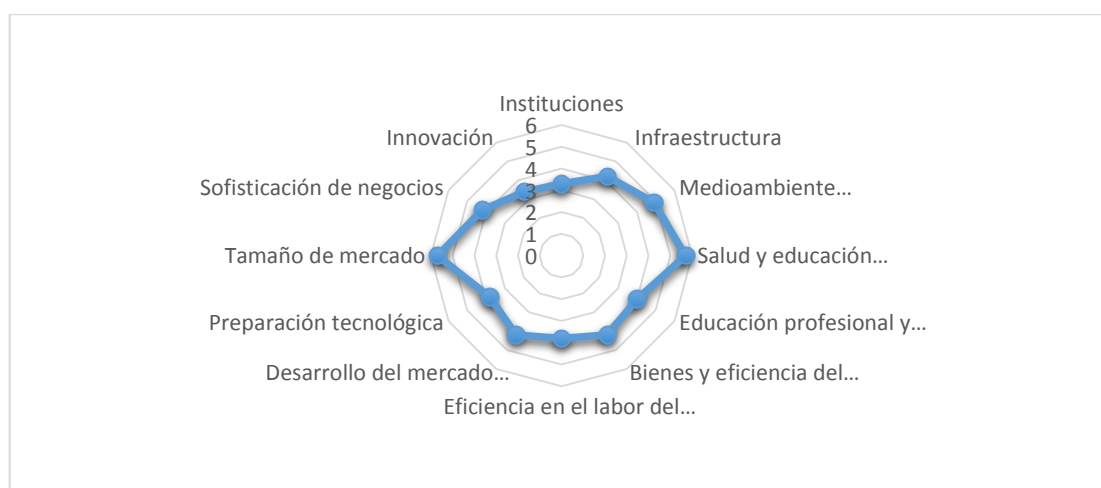
Tabla 2.5 Indicador de Competitividad Global 2015-2016  
de los 10 primero países y México.

| País / Economía                                                                                 | Rank ( 140) | Score (1-7) | Necesidades Básicas |       | Potenciadores de Eficiencia |       | Factores de innovación y |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|---------------------|-------|-----------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                                                                                 |             |             | Rank                | Score | Rank                        | Score | Rank                     | Score |
|  Suiza         | 1           | 5.76        | 2                   | 6.26  | 4                           | 5.55  | 1                        | 5.78  |
|  Singapur      | 2           | 5.68        | 1                   | 6.36  | 2                           | 5.7   | 11                       | 5.19  |
|  Estados Unido | 3           | 5.61        | 30                  | 5.27  | 1                           | 5.76  | 4                        | 5.59  |
|  Alemania      | 4           | 5.53        | 8                   | 5.95  | 10                          | 5.31  | 3                        | 5.61  |
|  Holanda      | 5           | 5.5         | 7                   | 6.05  | 9                           | 5.31  | 6                        | 5.46  |
|  Japón       | 6           | 5.47        | 24                  | 5.52  | 8                           | 5.33  | 2                        | 5.66  |
|  Hong Kong   | 7           | 5.46        | 3                   | 6.2   | 3                           | 5.57  | 23                       | 4.8   |
|  Filandia    | 8           | 5.45        | 11                  | 5.95  | 13                          | 5.22  | 5                        | 5.5   |
|  Suecia      | 9           | 5.43        | 13                  | 5.9   | 12                          | 5.24  | 7                        | 5.45  |
|  Reino Unido | 10          | 5.43        | 25                  | 5.52  | 5                           | 5.49  | 9                        | 5.28  |
|  México      | 57          | 4.29        | 73                  | 4.53  | 53                          | 4.27  | 52                       | 3.78  |

Fuente: World Economic Forum, 2015

A pesar de estas fortalezas, México aún enfrenta desafíos estructurales persistentes que deben ser abordados con el fin de seguir mejorando la competitividad de la economía. El funcionamiento de las instituciones se posiciona en el número 109, debido a los altos costos asociados con la falta de seguridad en el lugar 135 y la corrupción es muy común causando el desvío de fondos públicos de las empresas, individuos o grupos por lo que se encuentra en la posición 125. Además, el funcionamiento del mercado de trabajo se considera ineficiente (114) (World Economic Forum, 2015).

Figura 2.3 Indicador de Competitividad Global de México 2015-2016.



| Indicador de Competitividad Global (GCI)               |                   |                  |
|--------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
|                                                        | Posición (de 140) | Puntuación (1-7) |
| <b>GCI 2015-2016</b>                                   | <b>57</b>         | <b>4.3</b>       |
| <b>GCI 2015-2017 (de 144)</b>                          | <b>61</b>         | <b>4.3</b>       |
| <b>GCI 2015-2018 (de 148)</b>                          | <b>55</b>         | <b>4.3</b>       |
|                                                        |                   |                  |
| <b>Requerimientos Básicos (35.7%)</b>                  | <b>73</b>         | <b>4.5</b>       |
| <b>1er pilar: Instituciones</b>                        | <b>109</b>        | <b>3.3</b>       |
| <b>2nd pilar: Infraestructura</b>                      | <b>59</b>         | <b>4.2</b>       |
| <b>3er pilar: Medioambiente Macroeconómico</b>         | <b>56</b>         | <b>4.9</b>       |
| <b>4to pilar: Salud y educación primaria</b>           | <b>71</b>         | <b>5.7</b>       |
| <b>Potenciador de Eficiencia (50.0%)</b>               | <b>53</b>         | <b>4.3</b>       |
| <b>5to pilar: Educación profesional y capacitación</b> | <b>86</b>         | <b>4.0</b>       |
| <b>6to Pilar: Bienes y eficiencia del mercado</b>      | <b>82</b>         | <b>4.2</b>       |
| <b>7to pilar: Eficiencia en el labor del mercado</b>   | <b>114</b>        | <b>3.8</b>       |
| <b>8vo pilar: Desarrollo del mercado financiero</b>    | <b>46</b>         | <b>4.2</b>       |
| <b>9no pilar: Preparación tecnológica</b>              | <b>73</b>         | <b>3.8</b>       |
| <b>10no. pilar: Tamaño de mercado</b>                  | <b>11</b>         | <b>5.7</b>       |
| <b>Factores de sofisticación e innovación (14.3%)</b>  | <b>52</b>         | <b>3.8</b>       |
| <b>11vo pilar: sofisticación de negocios</b>           | <b>50</b>         | <b>4.2</b>       |
| <b>12vo. Pilar: Innovación</b>                         | <b>59</b>         | <b>3.4</b>       |

Fuente: World Economic Forum, 2015

### 2.3.1 La importancia del factor del conocimiento en el desempeño de los países.

El conocimiento es un recurso intangible que se combina con otros recursos de la empresa para crear capacidades (Grant, 2013), para determinar el éxito o el fracaso de una organización (Boon, 2014).

La calidad laboral es indispensable para tener una economía eficaz, los trabajadores deben tener conocimientos para desarrollar actividades complejas y la adaptación continua del entorno en los factores de la producción. Los países más competitivos presentan un desempeño alto sobre los indicadores de la educación y la eficiencia del mercado laboral (World Economic Forum, 2015).

México desafortunadamente no ha despuntado en los indicadores del capital de trabajo según el Foro económico Mundial (2015) su mejor puntuación es la cooperación en las relaciones laborales del empresario colocándose en una posición 46; los demás indicadores en su mayoría se encuentra en un estado medio: la disponibilidad de ingenieros y científicos y la flexibilidad en la determinación del salario ambos en el lugar 63, la capacidad para atraer y retener talento ocupando la posición 68y 69 respectivamente y la inversión de las empresas en la capacitación en el lugar 79 Por último, los focos rojos visibles en el capital humano son: el sistema educativo que no cumple con las necesidades de una economía competitiva con una posición de 117.

Tabla 2.6 Desempeño de las economías avanzadas seleccionadas y México en los indicadores relacionados con el capital humano seleccionado

| País/<br>Economía | Total<br>GCI | 5.03<br>Calidad<br>del<br>Sistema de<br>la<br>Educa<br>ción | 5.08<br>Grado<br>de<br>capacit<br>ación<br>del<br>person<br>al | 5.04<br>Calidad<br>en<br>ciencia<br>de la<br>educaci<br>ón y<br>matemá | 12.06<br>Disponi<br>bilidad<br>de<br>científi<br>cos e<br>ingenier<br>os | 7.07<br>Confian<br>za en la<br>gestión<br>profesi<br>onal | 7.06<br>Pago y<br>product<br>ividad | 7.03<br>Práctic<br>as de<br>contrat<br>ación y<br>despido | 7.01<br>Cooper<br>ación<br>en las<br>relacio<br>nes<br>laboral<br>es | 7.02<br>Flexibili<br>dad de<br>la<br>determi<br>nación<br>del<br>salario | 7.08<br>Capaci<br>dad del<br>País<br>para<br>retener<br>el<br>talento | 7.09<br>Capaci<br>dad del<br>País<br>para<br>atraer<br>talento |
|-------------------|--------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Suiza             | 1            | 1                                                           | 1                                                              | 4                                                                      | 23                                                                       | 6                                                         | 4                                   | 2                                                         | 1                                                                    | 16                                                                       | 1                                                                     | 1                                                              |
| Singapur          | 2            | 3                                                           | 4                                                              | 1                                                                      | 11                                                                       | 5                                                         | 3                                   | 4                                                         | 3                                                                    | 6                                                                        | 6                                                                     | 2                                                              |
| Estados Unidos    | 3            | 18                                                          | 14                                                             | 44                                                                     | 4                                                                        | 9                                                         | 8                                   | 10                                                        | 31                                                                   | 19                                                                       | 2                                                                     | 6                                                              |
| Alemania          | 4            | 10                                                          | 13                                                             | 16                                                                     | 15                                                                       | 15                                                        | 13                                  | 107                                                       | 20                                                                   | 132                                                                      | 13                                                                    | 19                                                             |
| Países Bajos      | 5            | 8                                                           | 9                                                              | 7                                                                      | 22                                                                       | 4                                                         | 46                                  | 89                                                        | 8                                                                    | 131                                                                      | 11                                                                    | 13                                                             |
| Japón             | 6            | 27                                                          | 6                                                              | 9                                                                      | 3                                                                        | 18                                                        | 14                                  | 123                                                       | 5                                                                    | 7                                                                        | 29                                                                    | 78                                                             |
| Reino Unido       | 7            | 21                                                          | 21                                                             | 46                                                                     | 18                                                                       | 12                                                        | 21                                  | 11                                                        | 21                                                                   | 15                                                                       | 9                                                                     | 4                                                              |
| Francia           | 8            | 30                                                          | 28                                                             | 19                                                                     | 19                                                                       | 29                                                        | 59                                  | 127                                                       | 116                                                                  | 69                                                                       | 63                                                                    | 42                                                             |
| Irlanda           | 9            | 9                                                           | 20                                                             | 21                                                                     | 9                                                                        | 7                                                         | 7                                   | 19                                                        | 15                                                                   | 56                                                                       | 19                                                                    | 9                                                              |
| Rep. de Corea     | 10           | 66                                                          | 36                                                             | 30                                                                     | 40                                                                       | 37                                                        | 24                                  | 115                                                       | 132                                                                  | 66                                                                       | 25                                                                    | 35                                                             |
| Estonia           | 11           | 34                                                          | 32                                                             | 14                                                                     | 73                                                                       | 25                                                        | 10                                  | 13                                                        | 28                                                                   | 1                                                                        | 93                                                                    | 86                                                             |
| España            | 12           | 85                                                          | 104                                                            | 84                                                                     | 16                                                                       | 49                                                        | 115                                 | 121                                                       | 84                                                                   | 97                                                                       | 94                                                                    | 98                                                             |
| Italia            | 13           | 65                                                          | 132                                                            | 41                                                                     | 26                                                                       | 119                                                       | 131                                 | 132                                                       | 127                                                                  | 134                                                                      | 113                                                                   | 115                                                            |
| Grecia            | 14           | 114                                                         | 91                                                             | 61                                                                     | 6                                                                        | 101                                                       | 103                                 | 91                                                        | 107                                                                  | 115                                                                      | 111                                                                   | 131                                                            |
| México            | 57           | 117                                                         | 79                                                             | 126                                                                    | 63                                                                       | 69                                                        | 84                                  | 94                                                        | 46                                                                   | 63                                                                       | 69                                                                    | 68                                                             |

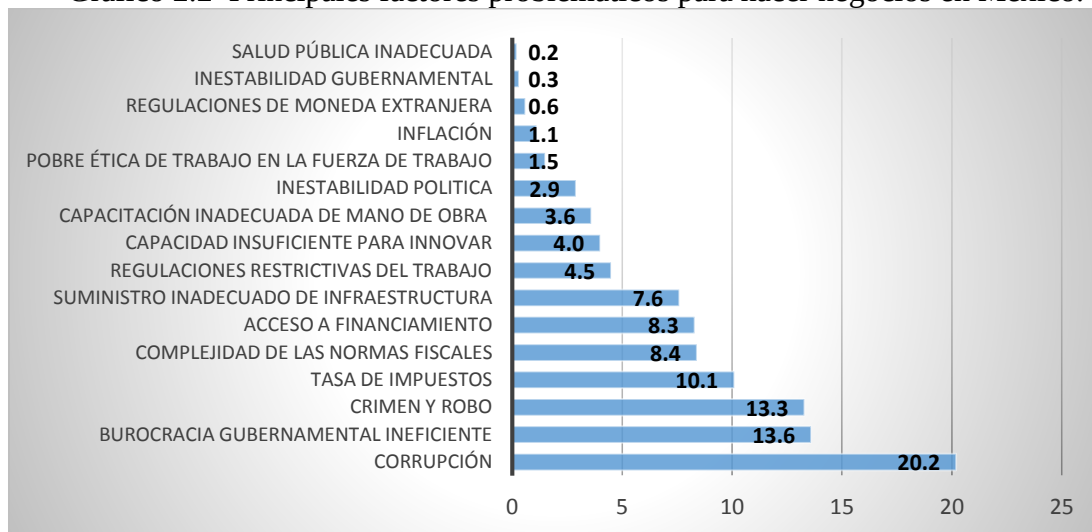
|      |       |       |       |        |         |         |
|------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|
|      |       |       |       |        |         |         |
| 1-20 | 21-40 | 41-60 | 61-80 | 81-100 | 101-120 | 121-140 |

Fuente: World Economic Forum, 2015

Las tres economías más competitivas son Suiza, Singapur y Estados Unidos, las cuales presentan buena puntuación en la gran mayoría los indicadores de capital humano.

Por otro lado, uno de las principales problemáticas para realizar negocios en México es la inadecuada capacitación en el trabajo entre otros como la corrupción, la burocracia del gobierno ineficiente y el crimen y el robo (World Economic Forum, 2015).

Gráfico 2.2 Principales factores problemáticos para hacer negocios en México.



Fuente: World Economic Forum, 2015.

Varios investigadores coinciden que la capacitación es un factor que influye en los accidentes: La capacitación del empleado y los programas de información son ampliamente reconocidos como componentes importantes de la seguridad y salud en el trabajo (Robson, Stephenson, Schulte, Amick, Irving, Eggerth y Peter 2010).

Mansor et. al., 2011 indican que algunos de los elementos que contribuyen a los accidentes laborales entre los trabajadores se encuentran el estrés y la fatiga, los actos inseguros, las máquinas y las herramientas, el diseño del lugar de trabajo y los procedimientos de la capacitación.

Burke, Salvador, Smith- Crowe, Chan-Serafin, Smith y Sonesh (2011) encontraron que la capacitación de seguridad altamente participativa es más eficaz cuando la gravedad del

suceso / exposición peligrosa es alta. Se dificulta la mejora de la cultura de seguridad cuando existe una variedad de proveedores de capacitación con diferentes niveles de conocimiento y distintas formas de evaluación (Bahn y Barrat-Pugh, 2012).

## **2.4 Seguridad y Salud ocupacional en México**

Gómez, et. al., 2011 indican que el sistema mexicano de salud comprende dos sectores, el público y el privado. Dentro del sector público se encuentran las instituciones de seguridad social, mientras que el sector privado comprende a las compañías aseguradoras y los prestadores de servicios que trabajan en consultorios, clínicas y hospitales privados, incluyendo a los prestadores de servicios de medicina alternativa.

Existen 3 tipos de beneficiarios de las Instituciones de Salud según Gómez, et. al., (2011):

- 1) Trabajadores con actividad económica formal. Abarcando 48.3 millones de personas;
- 2) Trabajadores con actividad económica informal y sin empleo los cuales representan aproximadamente la mitad de la población del país;
- 3) Trabajadores con posibilidad de pagos: usuarios de las dos clasificaciones anteriores.

Para hacer frente a los accidentes laborales, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, despliega dos estrategias: la elaboración, actualización y promoción de normas oficiales mexicanas, y la asistencia técnica a las empresas para que las apliquen efectivamente (STPS, 2014).

Según el Reglamento de la Ley del Seguro Social (2005), los patrones deberán dar aviso a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social de los accidentes de Trabajo que ocurran dentro de las 72 horas siguientes, así como de la muerte de un trabajador por Riesgo de trabajo.

## **2.5 Sector de la Construcción en México**

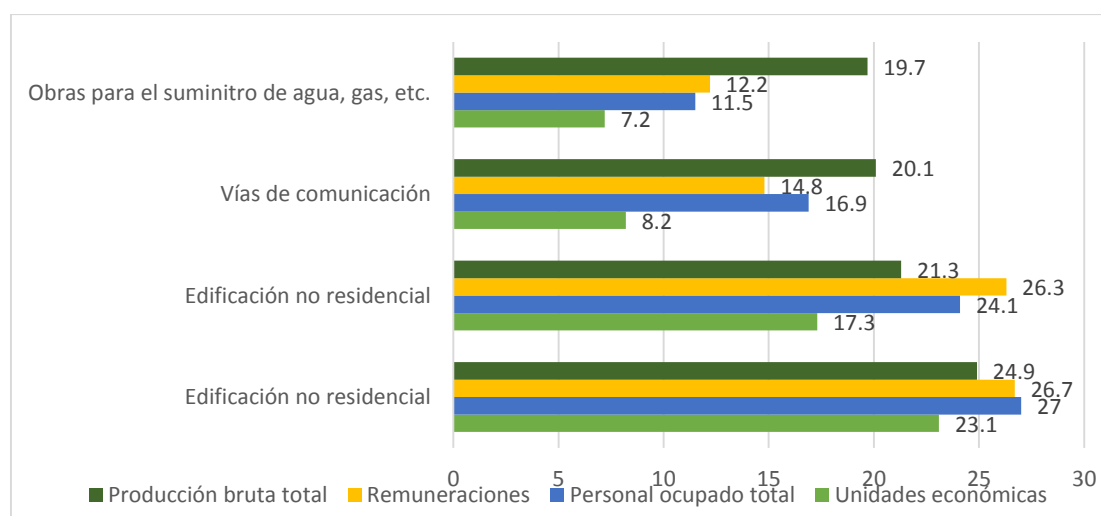
La Industria de Construcción en México genera 5.6 millones de puestos de trabajo y 2.8 puestos de trabajo indirectos (es la cuarta actividad económica con mayor capacidad de generación de empleo), aporta el 6.7% al PIB total de la economía nacional en el 2011. Es la sexta actividad económica que mayor valor agregado genera a la producción

nacional e Impacta a 63 de las 79 ramas productivas (CMIC, 2013) y es la encargada de conformar la infraestructura de un país (Sarmiento-Salinas, et al., 2004).

Robres y Velázquez (2013) consideran que las etapas productivas del sector de la construcción son tres: etapa I (producción primaria), donde abarca todas las actividades dedicadas a la extracción de diversos minerales; etapa II (transformación):abarca todas las actividades de la industria manufacturera que elaboran materiales para la construcción, se considera la principal etapa por las actividades que presentan con alto nivel de productividad; etapa III; (construcción) conformada por actividades de construcción, edificación e instalaciones, tanto de viviendas como de infraestructura, obras de urbanización y construcciones de tipo industrial.

El sector de la construcción comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación, a la construcción de obras de ingeniería civil, a la realización de trabajos especializados de construcción como preparación de terrenos, y a la supervisión de la construcción (INEGI, 2013); operando en el 2013 con 17,063 unidades económicas que representa el 0.4% del total nacional y con 569,856 trabajadores que equivale a 2.6% del personal ocupado total, siendo la rama principal la edificación no residencial seguida de la edificación residencial (INEGI, 2014).

Gráfico 2.3 Variables seleccionadas de las principales ramas de actividad según producción bruta total, 2013 (Porcentajes)



Fuente: INEGI, 2014.

El SCIAN, 2013 Clasifica la edificación en residencial y no residencial agrupando los siguientes subsectores.

Tabla 2.7 Clasificación del sector de la construcción subsector Edificación

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>23 Construcción</b>                                                             |
| <b>236 Edificación</b>                                                             |
| 2361 Edificación residencial                                                       |
| 23611 Edificación residencial                                                      |
| 236111 Edificación de vivienda unifamiliar                                         |
| 236112 Edificación de vivienda multifamiliar                                       |
| 236113 Supervisión de edificación residencial                                      |
| 2362 Edificación no residencial                                                    |
| 23621 Edificación de naves y plantas industriales                                  |
| 236211 Edificación de naves y plantas industriales, excepto la supervisión         |
| 236212 Supervisión de edificación de naves y plantas industriales                  |
| 23622 Edificación de inmuebles comerciales y de servicios                          |
| 236221 Edificación de inmuebles comerciales y de servicios, excepto la supervisión |
| 236222 Supervisión de edificación de inmuebles comerciales y de servicios          |

Fuente: SCIAN, 2013.

La importancia de analizar el comportamiento de los trabajadores temporales de la construcción radica en que el personal subcontratado incremento 9.6% en 10 años (2003-2013); en contraste, el personal remunerado disminuyo 8.7% (INEGI, 2014).

#### 2.5.1 Seguridad y Salud ocupacional del sector de la construcción en México

La STPS (2011) ha propuesto Prácticas seguras para apoyar la productividad y calidad laboral: 1) Lineamientos de seguridad y salud en el trabajo en el diseño y contratación de obras; 2) Planeación y administración de seguridad y salud en el trabajo; 3) Procedimientos generales de trabajo; 4) Procedimientos específicos de trabajo.

Dentro de los lineamientos de seguridad y salud en el trabajo en el diseño y contratación de obras públicas y privadas. En la planeación y administración de seguridad y salud en el trabajo: consideraciones en el diseño de la obra, formulación de estudios y planes, administración de la seguridad y salud en la obra, presupuesto y planeación, capacitación, investigación de accidentes, equipos de protección personal, contratistas y difusión (STPS, 2011).

Por su parte, dentro de los procedimientos generales de trabajo: excavaciones a cielo abierto, excavaciones de zanjas y pozos de servicio, rellenos, construcción de hincado de pilotes de concreto, fabricación y manejo de cimbra, manejo y colocación de concreto y por último aplicación y manejo de pintura. Y los procedimientos específicos abarcan: herramientas, medios auxiliares, maquinaria y procesos de trabajo (STPS, 2011).

NOM-031-STPS-2011 establece que las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción, la cual exige contar con un análisis de riesgos potenciales, un programa para la revisión y mantenimiento preventivo del equipo y/o maquinaria, y en el caso de obras mediadas y grandes contar con procedimientos de seguridad, instrucciones de seguridad, proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal básico, dar información y capacitar a los trabajadores sobre seguridad y salud en el trabajo, entre otros.

Algunas de las normas más utilizadas en el sector de la construcción son: NOM-004-STPS-1999, sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo; NOM-006-STPS-2000, manejo y almacenamiento de materiales - condiciones y procedimientos de seguridad; NOM-009-STPS-2011, condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura; NOM-026-STPS-2008, colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías; NOM-029-STPS-2011, mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - condiciones de seguridad.

La fundación de la industria de la construcción es una institución de apoyo constituida por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) con el fin de mejorar la calidad de las empresas constructoras para el incremento de su competitividad; considera en temas de seguridad y salud en el trabajo a las OSHAS 18001 (CMIC, 2013).

Los trabajadores del sector de la construcción en México presentan carencia de capacitación y poseen un limitada cultura de conciencia en seguridad (Solís y Franco, 2014). Dos de las actividades de mayor riesgo son la preparación y la colocación de losas de concreto, así como el trabajo próximo a líneas de alta tensión durante una tormenta eléctrica (Solís y Arcudia, 2013).

## **Capítulo 3**

### **Marco Teórico**

En este capítulo se presentan las líneas teóricas abordadas en esta investigación: la gestión del conocimiento de la seguridad laboral en el sector de la construcción, los indicadores de desempeño de seguridad, el aprendizaje derivado de la experiencia y los factores que afectan la seguridad ocupacional, con el objetivo de realizar un análisis entre los teóricos que ayude a determinar las estrategias que disminuyen los accidentes en el sector de la construcción. Al final del capítulo se propone un modelo teórico para la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional para el sector de la construcción en México, además de las hipótesis generadas a partir del modelo.

#### **3.1 Gestión del Conocimiento**

A continuación se explica la evolución de la gestión del conocimiento en el sector de la construcción y de seguridad laboral.

##### **3.1.1 Concepto de la gestión del conocimiento**

El conocimiento es un recurso intangible que se combina con otros recursos de la empresa (financieros y físicos) para crear capacidades (Grant, 2013), para determinar el éxito o fracaso de una organización (Boon, 2014). El conocimiento es un activo escondido y la gestión del conocimiento es un método para explotar y transformar el conocimiento en un activo (Esmi y Ennals, 2009).

El concepto de gestión del conocimiento surgió en el 1980 en el mundo de los negocios, con el objetivo de retener conocimientos valiosos dentro de las empresas corporativas y fomentar el rendimiento empresarial y la competitividad (Podgorski, 2010). La teoría de la gestión del conocimiento ha sido discutida por los escritores, tanto en los negocios y como en la academia (OIT, 2011; Leibowitz, 1999; Probst et al., 2000; Handzic, 2006; Hugenholtz et al., 2007).

La gestión del conocimiento es un activo intangible (Dickel y De Moura, 2016) y un elemento necesario para mejorar, formalizar y automatizar el conocimiento (Chang,

2015), pero sobre todo para potenciarlo, con el objetivo de tomar decisiones asertivas que permitan una ventaja competitiva en las organizaciones (Kebede, 2010), siendo un factor clave para las directrices globales (Dickel y De Moura, 2016).

La gestión del conocimiento es la transformación del conocimiento tácito en conocimiento explícito. Por un lado, el conocimiento explícito puede ser adquirido, inspeccionado, evaluado y codificado (Grover y Froese, 2016). Por otro lado, el conocimiento tácito proviene de la experiencia individual, de un contexto específico, por lo que es difícil de capturar, analizar y evaluar (Grover y Froese, 2016); por lo tanto, el conocimiento tácito se adquiere a través de la comunicación (Mezghani, Exposito y Drira, 2016).

### 3.1.2 Proceso de Gestión del Conocimiento

Bhatt (2001) definió la gestión del conocimiento como un proceso para formar, validar, mostrar, diseminar y aplicar el conocimiento. Según Alavi y Leidner (2001), los procesos de la gestión del conocimiento son diferentes pero interdependientes: "creación, almacenamiento y recuperación, transferencia y aplicación del conocimiento" (p. 115). Svetlik y Stavrou-Costea (2007) consideran a la gestión del conocimiento como "un proceso de adquisición, creación, distribución y aplicación del conocimiento organizacional" (p. 200-201).

Svetlik y Stavrou-Costea (2007) describieron las etapas de la gestión del conocimiento de la siguiente manera: la adquisición de conocimiento es la exploración, selección y extracción de conocimiento de diversas fuentes; la creación de conocimiento es el desarrollo del conocimiento dentro de la organización; la diseminación del conocimiento se refiere al conocimiento seleccionado y analizado para ser provisto a todos los individuos y grupos de la organización; y finalmente la aplicación del conocimiento como el desarrollo del conocimiento en el trabajo.

El entorno requerido para la transferencia del conocimiento es la tecnología de la información y el sistema de comunicación avanzado (Bender y Fish, 2000). El flujo del conocimiento en el sector de la construcción se acelera a través de las tecnologías de la información y la comunicación, creando un entorno interconectado (Kale y Karaman, 2012). La comunicación multidireccional entre gerentes, supervisores y colaboradores

tiene una mayor influencia en la seguridad laboral y mejora el comportamiento de los empleados (Vinodkumar y Bhasi, 2010).

### 3.1.3 Gestión del Conocimiento en Seguridad y Salud en el Trabajo

El campo de la salud y seguridad ocupacional es un área organizacional fértil para el desempeño óptimo de la gestión del conocimiento (Floyde, Lawson, Shalloe, Eastgate y D'Cruz, 2013). Por su parte, Gressgard (2014) y Floyde, et al., (2013) consideran que la gestión del conocimiento es un elemento clave para el cumplimiento de las políticas, normas y procedimientos de seguridad.

La falta de gestión del conocimiento en seguridad genera que el conocimiento aprendido se pierda y que vuelvan a ocurrir accidentes (Sabran, 2016). Shirouyehzad, Shirouyehzad, Mokhatab Rafiee, Mokhatab Rafiee, Berjis, y Berjis, (2017) consideraron que la gestión del conocimiento influye en la gestión de la seguridad y que la tecnología de la información y el benchmarking son factores claves de la gestión del conocimiento.

Los estudios de investigación han descrito métodos innovadores de gestión del conocimiento en seguridad y salud ocupacional.

Shirouyehzad, et al. (2017) propusieron un método para determinar el desempeño organizacional utilizando el análisis envolvente de datos, al vincular dos elementos organizacionales como la gestión del conocimiento y la gestión de la seguridad mediante el análisis de cómo influyen en la satisfacción del cliente y el número de accidentes.

Grover y Froese (2016) aportaron una plataforma llamada "SocioBIM" con el objetivo de gestionar el conocimiento. En la plataforma, los individuos participan en el proyecto de construcción, interactuando, compartiendo habilidades, experiencias y conocimiento en temas de construcción, calidad y seguridad, haciendo una decisión colaborativa, capturan y reutilizan el conocimiento de sus trabajadores.

Hallowell (2011) realizó una investigación para definir los componentes de la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional en el sector de la construcción en los Estados Unidos, para ayudar a evitar lesiones a los trabajadores. Hallowell (2011) identificó que las organizaciones tienen una relación positiva entre el desempeño de seguridad y las

estrategias efectivas de la administración de seguridad ocupacional a través de la Tasa de Modificación de la Experiencia (EMR), que muestra que las empresas con un EMR <1.00 tienen alto rendimiento de seguridad.

Sherehiy y Karwowski (2006) presentaron un modelo del proceso de gestión del conocimiento para la salud, la seguridad laboral y el medio ambiente; que incluye sistemas del conocimiento organizacional, aprendizaje organizacional y la aplicación de tecnologías de la información; a través de los elementos de la Oficina Internacional del Trabajo: política, organización, planificación, evaluación e implementación.

Por lo tanto, solo hay un artículo encontrado en la literatura (Hallowell, 2011) en la búsqueda de esta investigación de la gestión del conocimiento aplicado en seguridad laboral en el sector de la construcción.

#### 3.1.4 Gestión del conocimiento en el sector de la construcción

La gestión del conocimiento de los proyectos de construcción motiva a registrar y a documentar la mejor forma de llevar a cabo una actividad que permita evitar la repetición de errores (Tan, Carrillo y Anumba, 2011). La gestión del conocimiento en el sector de la construcción es una habilidad organizativa que proporciona la estructura para la innovación y la creación de las ventajas competitivas (Kale y Karaman, 2012; Tan et al., 2011).

La ausencia de los trabajadores para la toma de decisiones de seguridad es una falla de la gestión de seguridad (Arocena y Nunez, 2010). La información y el conocimiento de los trabajadores en el sistema de seguridad y salud laboral, mejora la gestión de seguridad (Floyde, Lawson, Shalloe, Eastgate y D'Cruz, 2013). El rendimiento del proyecto puede mejorarse cuando las personas se comunican y comparten las mejores prácticas, las lecciones aprendidas, las experiencias, los conocimientos, así como el sentido común y (Krogh, 2002).

Las herramientas más utilizadas en la gestión del conocimiento en el sector de la construcción son las revisiones posteriores al proyecto (PPR) y las comunidades de práctica (CoP) (Tan, et al., 2011). La revisión posterior al proyecto es un análisis de los

eventos que ocurrieron en el proyecto finalizado para generar conocimiento y hacer más eficientes las actividades de los próximos proyectos (Koners y Goffin, 2007).

La comunidad de práctica es un grupo de individuos que llevan a cabo su conocimiento y experiencia especializados en un tema de interés, y obtienen dominio del tema (Kaivo-Oja, 2012). Las CoPs apoyan el intercambio del conocimiento y la generación de nuevos conocimientos a través de la colaboración de los miembros de la organización. La modalidad de las CoPs puede ser virtual (VCoPs) obteniendo los mismos beneficios (Floyde, et al., 2013).

Tan, et al. (2011) identificaron las áreas de oportunidad de las revisiones posteriores al proyecto y las comunidades de práctica. En PPR, los participantes no están interesados en aprender, y sus comentarios son negativos porque están participando en nuevos proyectos, y no consideran el último proyecto interesante; por su parte las CoPs, los participantes se rigen por la filosofía de tú me ayudas, yo te ayudo, sin el espíritu de generar conocimiento. Además, Tan, Carrillo, Anumba, Bouchlaghem, Kamara y Udejaja (2007) consideraron que en las comunidades de práctica, si un problema no se trata, el conocimiento se pierde.

### **3.2 Estrategias de seguridad que reducen accidentes**

Las estrategias de seguridad que ayudan a reducir los accidentes relacionados con el trabajo en la industria de la construcción son los reportes de los casi casi-accidentes, programas de auditoría, inspecciones de seguridad del proveedor, observación basada en el comportamiento (Hallowell, Hinze, Baud y Wehle, 2013), participación en encuestas de percepción, la participación de cada contratista en reuniones de seguridad, un programa de observación de trabajador a trabajador (Hinze, Hallowell y Baud, 2013) y el análisis de seguridad en el trabajo (Hallowell, 2011).

La capacitación del empleado y los programas de información son ampliamente reconocidos como componentes importantes de la seguridad y salud en el trabajo. (Robson, Stephenson, Schulte, et al., 2010; Agnew, y Daniels, 2011). Por su parte, Brahm y Singer (2013), indican que la capacitación es eficaz en la reducción de accidentes en empresa. La capacitación, el aprendizaje organizacional, el conocimiento técnico y la

evaluación del desempeño son los factores que afectan la seguridad ocupacional en los proyectos de la construcción (Jitwasinkul y Hadikusumo, 2011).

Las organizaciones con baja tasa de accidentes practican la comunicación diaria entre los trabajadores y el supervisor con respecto a la seguridad y salud laboral (Vinodkumar y Bhasi, 2010), además de que la comunicación es un componente indispensable en la gestión del conocimiento (Uslu y Çubuk, 2015). La falta de comunicación en el sector de la construcción en México ha sido causa de accidentes (Solís- Carcaño y Franco-Poot, 2014).

Otras estrategias para la reducción de los accidentes han sido propuestas como las reuniones de seguridad regulares, las reuniones informativas (Guo y Yiu, 2015), el coaching de seguridad (Geller et al., 2004), el análisis de seguridad en el trabajo (Rozenfeld et al., 2010), un programa de observación de trabajador a trabajador (Guo, y Yiu, 2015), el reporte de los casi-accidentes (Marks, Teizer, y Hinze, 2014; Cambraia, Saurin, y Formoso, 2010), así como las auditorías de seguridad (Agnew, y Daniels, 2011) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Estrategias proactivas de seguridad laboral

| Autor                                                            | Estrategia                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hallowell, Hinze, Baud y Wehle, 2013                             | Reportes de los casi casi-accidentes<br>Programas de auditoría<br>Inspecciones de seguridad del proveedor Observación basada en el comportamiento |
| Hinze, Hallowell y Baud, 2013<br>Guo, y Yiu, 2015                | Participación en encuestas de percepción<br>Observación del comportamiento trabajador a trabajador                                                |
| Rozenfeld et al., 2010                                           | Análisis de seguridad en el trabajo                                                                                                               |
| Marks, Teizer y Hinzer, 2014<br>Cambraia, Saurin y Formoso, 2010 | Reporte de los casi-accidentes                                                                                                                    |

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### 3.3 Indicadores de rendimiento de seguridad

Los indicadores de seguridad son herramientas para alentar a las personas a trabajar de manera segura, monitorear y proporcionar información sobre el desempeño

organizacional y aumentar el potencial de seguridad organizacional (Reiman y Pietikainen, 2012).

Reiman y Pietikainen, (2012) clasificaron a los indicadores de desempeño de seguridad en la organizaciones de alto riesgos en: resultados, monitoreo y conducción. “Los indicadores de resultados son los indicadores rezagados, siendo la consecuencia que surgen de múltiples factores situacionales y contextuales; por su parte, los indicadores de monitoreo y de avance son indicadores avanzados. Los indicadores de conducción dirigen la actividad socio técnica en la organización segura y los indicadores de monitoreo ofrecen una visión de la dinámica de la organización: las prácticas, las habilidades y la motivación del personal - el potencial organizativo para la seguridad” (p.193).

Por su parte Sinelnikov, Inouye y Kerper (2015) dividieron los indicadores de seguridad en indicadores retrospectivos e indicadores líderes (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Tipos de indicadores de rendimiento de seguridad.

| Indicadores líderes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Indicadores retrospectivos                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observaciones basadas en el comportamiento</li> <li>• Casi accidentes</li> <li>• Auditorías</li> <li>• Entrenamiento</li> <li>• Reuniones</li> <li>• Investigación del incidente</li> </ul> <p>(Sinelnikov et al., 2015)</p>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidentes,</li> <li>• Lesión o daño</li> <li>• Muertes</li> </ul> <p>(Christian, Bradley, Wallace y Burke, 2009; Sinelnikov et al., 2015).</p>                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auditorías de seguridad</li> <li>• Seguridad basada en el comportamiento</li> <li>• Encuestas de percepción de seguridad</li> <li>• Entrenamiento de seguridad</li> <li>• Medidas de acción correctiva</li> </ul> <p>(Spears, 2010; Organization for Economic Cooperation, 2008; The Health and Safety Executive, 2009).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Casi accidentes</li> <li>• Tasa de frecuencia de lesiones con tiempo perdido</li> <li>• Tasa de frecuencia de lesiones con tratamiento médico</li> <li>• Reclamaciones por compensación.</li> </ul> <p>(Shea, et al., 2016)</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benchmarking</li> </ul> <p>(Hohn y Duden, 2009)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación y análisis de los casi accidentes y los accidentes.</li> </ul> <p>(Mancera et al., 2012)</p>                                                                                                                      |

Fuente: Elaboración propia con autores citados, 2017.

### 3.3.1 Indicadores de retrospectivos

Sinelnikov, et al., (2015) han descrito que los indicadores retrospectivos son la base de las organizaciones para evaluar el desempeño de la seguridad ocupacional, como la tasa de mortalidad y la tasa de lesiones. Sin embargo, los indicadores retrospectivos se consideran de poca utilidad porque miden la falla o el daño ya causado, se consideran reactivos (Hopkins, 2009) y precursores de la pérdida de control de los incidentes (Zwetsloot, 2009).

Mancera, Mancera, Mancera, Mancera (2012), consideró que la identificación reactiva que investiga las causas de los eventos no deseados, ayuda a la reducción de accidentes por medio de la investigación y el análisis de los casi accidentes y los accidentes.

#### 3.3.1.1 Accidentes en el sector de la construcción

El conocimiento convertido en experiencia apoya a la solución de problemas (Floyde et al., 2013). El aprendizaje de los accidentes es un elemento fundamental en el desempeño de seguridad, evitando realizar las mismas fallas que ocasionaron el evento no deseado (Lindberg, Hansson y Rollenhagen, 2010), por lo tanto, la recurrencia de los accidentes se debe a la falla de su aprendizaje (Kirwan, 2001).

La naturaleza del sector de la construcción es incierta con características únicas. La causa de mortalidad para el sector de la construcción es la caída (Cheng, et al., 2010) de diferentes niveles (Camino, Fontaneda, González, Ritzel, 2011, WSH Institute, 2016) de objetos estacionarios o en movimiento que tienen lugar en estructuras y andamios. (Camino, et al., 2011). Swueste et al., (2012) presentaron la jerarquía de los accidentes graves en el sector de la construcción (Tabla 3.3).

Analizando la jerarquía de los accidentes graves en el sector de la construcción, podemos observar que los accidentes tienen su origen en dos áreas fundamentales factores ambientales (caída de una altura, contacto con objetos que caen o se derrumban, contacto con electricidad, contacto con objetos colgados, apretado entre o contra algo) y los factores técnicos (contacto con partes móviles de maquinaria, caída de una plataforma móvil, golpeado por un vehículo y contacto con objetos arrojados desde una máquina).

Tabla 3.3 La jerarquía de accidentes graves en el sector de la construcción

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| Caída desde una altura                           |
| Contacto con objetos que caen o se derrumban     |
| Contacto con electricidad                        |
| Contacto con partes móviles de maquinaria        |
| Caída de una plataforma móvil                    |
| Contacto con objetos colgados                    |
| Golpeado por un vehículo                         |
| Apretado entre o contra algo                     |
| Contacto con objetos arrojados desde una máquina |

Fuente: Swueste et al., 2012

Los accidentes graves del sector de la construcción en España, se dividen en dos grupos de horas: 1. Alrededor de la hora del almuerzo que es de 12:00 h., a las 4:00 p.m.; con un mayor número de accidentes mortales de 15.00 h. a las 4:00 p.m., seguido de las 2:00 p.m. a las 3:00 p.m. 2. De las 19:00 h. a las 22 h., siendo la hora de mayores accidentes de 21.00 h. a las 22 h. (Camino, et al., 2011).

El ciclo de vida de un accidente y casi accidente es “desde el reporte e investigación hasta el cambio o el comportamiento de los empleados o del procedimiento organizacional” (Lukic, Littlejohn, y Margaryan, 2012, p. 950).

### 3.3.2 Indicadores líderes

Los indicadores líderes informan preventivamente de un accidente para evitarlo, proporcionando señales de advertencia de falla potencial y, por tanto, permitiendo a las organizaciones identificar y corregir las deficiencias antes de que desencadenen lesiones y daños, (por ejemplo, el entrenamiento, las observaciones de seguridad basadas en el comportamiento), (Sinelnikov, et al., 2015). Por su parte, Hopkins (2009) considero que los indicadores líderes son activos. Knegtering y Pasman (2009), así como Zwetsloot (2009), definieron los indicadores líderes como una medida de calidad para la gestión del sistema.

El hecho de que no se presenten incidentes en una organización no muestra que la organización sea segura (Cadieux, Roy, y Desmarais, 2006). El aprendizaje de los indicadores líderes mejora el desempeño del sistema de gestión de seguridad (Andriulo,

Gnoni, y Duraccio, 2015). Es por ello, la importación del involucramiento de los trabajadores en los indicadores líderes de desempeño de seguridad laboral.

Mancera, Mancera, Mancera, Mancera (2012), propusieron las herramientas para identificar los peligros generados por el funcionamiento de la organización por medio de la identificación proactiva que anticipa los peligros y los riesgos antes de que causen lesiones y daños tales como a) el análisis del trabajo, b) el análisis de las tareas, c) el análisis de los riesgos por comercios, d) la inspección de seguridad, e) la observación del comportamiento, f) el informe de los actos y condiciones inseguras.

#### 3.3.2.1 Análisis de seguridad laboral

Los proyectos de construcción son dinámicos, se singulariza por la rotación frecuente de equipos de trabajo, la exposición a las condiciones climáticas, altas proporciones de trabajadores no calificados y temporales, por lo tanto requiere de herramientas proactivas para detectar los riesgos de trabajo (Isaac y Edrei, 2016). El análisis de seguridad en el trabajo (AST) es una medida proactiva eficiente para la evaluación de riesgos de seguridad operacional (Rausand, 2004).

El análisis de seguridad en el trabajo estudia las actividades de los trabajadores al identificar los riesgos a los que están expuestos con el objetivo de eliminarlos y reducirlos. El resultado del AST es la generación de un procedimiento de trabajo seguro que permita evitar los accidentes laborales (Ismail, Hashim, Zurie, Ismail, Kamarudin y Baharom, 2012; Glenn, 2011).

El proceso AST incluye tres etapas principales de acuerdo con Chao y Henshaw (2002): primero, identificar y elegir un trabajo o actividad en particular para dividirlo en una secuencia de pasos, y luego identificar todas las posibles pérdidas de incidentes de control que pueden ocurrir durante el trabajo; segundo, la evaluación y dimensión de los riesgos para los eventos definidos; y tercera acción y control del riesgo, tomando las medidas suficientes para reducir o eliminar la exposición al peligro.

Las actividades prioritarias para llevar a cabo un análisis de seguridad laboral son aquellas actividades que han tenido graves consecuencias para las personas, los bienes y el medio

ambiente, así como para el trabajo con nuevas herramientas, maquinaria y equipo (Swartz, 2002).

El número de integrantes del grupo de trabajo para la efectividad del equipo de análisis y seguridad en el trabajo es de 5 a 9 personas. Los miembros del equipo deben proporcionar información que genere un análisis de seguridad en el trabajo con discreción (Baybutt, 2013). Los miembros del equipo deben tener la capacidad técnica y analizar los escenarios de trabajo para identificar, analizar y eliminar o reducir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores (Baybutt, 2013).

#### 3.3.2.2 Seguridad basada en el comportamiento

El 88% de los accidentes son causados por un comportamiento humano inseguro (Heinrich, 1959). El cambio del comportamiento es la transformación de la percepción del riesgo al que los trabajadores están expuestos y conscientes del entorno en el que trabajan (Jasiulewicz-Kaczmarek, Szwedzka y Szczuka, 2015).

El comportamiento basado en la seguridad faculta a los empleados para identificar la causa del comportamiento propenso a los accidentes, por lo que el trabajador es proactivo en su seguridad (Jasiulewicz-Kaczmarek, et al., 2015). Para mejorar el desempeño de seguridad es importante adquirir datos de monitoreo para identificar señales iniciales de riesgo (Lingard, Hallowell, Salas y Pirzadeh, 2017). El método del comportamiento basado en la seguridad transforma a los indicadores rezagados a indicadores líderes o proactivos (Choudhry, 2014).

La teoría de la seguridad basada en el comportamiento (BBS) se centra en observar el comportamiento del trabajador para realizar sus actividades diarias sin riesgo; proporcionando consejos para canalizar su comportamiento de manera segura para evitar un accidente (Li, Lu, Hsu, Gray y Huang, 2015; Ismail, et al., 2012).

El proceso de observación debe planificarse para realizar las observaciones periódicamente (Jasiulewicz-Kaczmarek, et al., 2015). El proceso de observación consiste en enumerar los comportamientos del trabajo de forma segura para las actividades diarias; los observadores han sido entrenados previamente para el registro y detención de actos o condiciones inseguros (Alvero, Rost y Austin, 2008).

Los observadores verifican el comportamiento de los trabajadores al realizar sus actividades y registran su desempeño sobre la base de la lista de inspección preparada previamente (Alvero, et al., 2008; Jasiulewicz-Kaczmarek, et al., 2015). El objetivo principal de la observación es prevenir lesiones, incrementar la conciencia y mejorar la comunicación en el campo de la seguridad individual (Choudhry, 2014).

La información recopilada durante la observación se puede medir para corroborar el cumplimiento del procedimiento de trabajo seguro de los trabajadores (Cournoyer, Darril y Norman, 2012).

Ismail, et al. (2012) consideraron que los pasos básicos de la observación basada en la seguridad son: 1. La identificación, la determinación del área objetivo, el tiempo de observación y la selección del observador; 2. La observación, revisión del comportamiento en el área de trabajo; 3. La intervención, retroalimentación para descartar los comportamientos indeseables y fortalecer los comportamientos deseados; 4. La revisión: la aprobación de las medidas tomadas; y 5. El monitoreo, verificación y validación de soluciones en el área de trabajo.

#### 3.3.2.3 Las auditorías e Inspecciones de seguridad laboral

La identificación del peligro se genera mediante la realización de inspecciones de seguridad en el lugar de trabajo y la información del incidente (Mwangi, 2017). Las inspecciones de seguridad ayudan en la prevención de accidentes proporcionando información sobre la causa para la cual se generaron (Papazoglou, Aneziris, Bellamy, Ale y Oh, 2017).

Las inspecciones de seguridad minimizan el riesgo en los trabajadores y los equipos de trabajo (Choi, 2017). Las inspecciones y auditorías apoyan el análisis de seguridad en el trabajo y a eliminar la causa raíz de los riesgos de trabajo (Baybutt, 2014).

La información generada en las auditorías ayuda a conocer los signos de peligro que causan un accidente (Swuste, Theunissen, Schmitz, Reniers y Blokland, 2016). Las inspecciones de seguridad y las auditorías de seguridad en el lugar de trabajo influyen en el nivel de cumplimiento de la gestión de riesgos de salud y seguridad ocupacional (Mwangi, 2017).

Las auditorías de gestión de seguridad y salud en el trabajo en el sector de la construcción ayudan a pronosticar las lesiones que pueden presentarse en un área de trabajo (Goh y Chua, 2013). Las auditorías involucran la subjetividad de los inspectores que hacen suposiciones individuales sobre la causa de los accidentes (Saurin, 2016). Los inspectores de seguridad externos evalúan el cumplimiento del estándar en lugar de la gestión de riesgos (Saurin, 2016).

Por su parte, las autoevaluaciones de seguridad y salud en el trabajo son útiles para identificar y rastrear los peligros a los que están expuestos los trabajadores con el objetivo de mejorar el área de trabajo; por otro lado elimina el costo de los auditores externos (Yamin, Parker, Xi y Stanley, 2017).

#### 3.3.2.4 Casi accidentes

El aprendizaje de los casi accidentes y una interacción de la información con los trabajadores disminuye la probabilidad y severidad de los accidentes de trabajo (Goh y Chua, 2013).

Los accidentes causan lesiones y los casi accidentes son eventos sin lesiones que brindan la oportunidad de mejorar los actos y las condiciones de seguridad en el lugar del trabajo (Raviv, Fishbain y Shapira, 2017). Los casi accidentes son eventos más frecuentes que los accidentes (Cembraia, Saurin y Formoso, 2010). La información generada por el reporte del casi accidente genera una señal de alerta previa a que ocurra un evento no deseado.

### **3.4 Aprendizaje de la experiencia**

El aprendizaje de los accidentes e incidentes es un elemento fundamental en el desempeño de seguridad, evitando darse cuenta de los mismos defectos que causan el accidente (Lindberg, Hansson y Rollenhagen, 2010). El aprendizaje de los accidentes es adquirir, examinar y comunicar el conocimiento que han generado (Lindberg, et al., 2010).

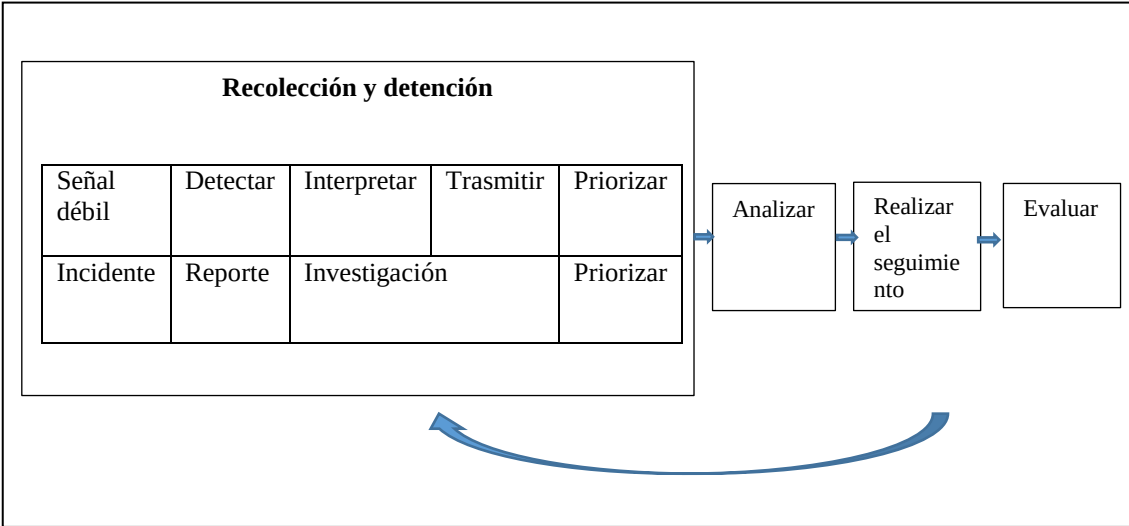
El aprendizaje de los incidentes y el intercambio de la información entre los trabajadores de la construcción reducen la posibilidad y la gravedad de los accidentes laborales (Goh y Chua, 2013).

Al final de un proyecto de construcción, las personas y el conocimiento están dispersos, por lo que la experiencia adquirida en el proyecto se pierde o se fragmenta (Esmi y Ennals, 2009) y por lo tanto, la falta de experiencia en los trabajadores genera que tengan un comportamiento arriesgado (Cooper, 2001).

Drupsteen y Wybo (2015) consideraron que existen dos procesos de aprendizaje, aprendizaje de señales débiles y aprendizaje de incidentes; Por lo tanto, se requiere recopilar y detectar la información de una manera diferente para un uso eficiente que permita aprender de ellos. Figura 3.1.

Por un lado, las señales débiles o de alerta para la primera etapa del modelo Drupsteen y Wybo (2015) deben ser detectadas, interpretadas, transmitidas y priorizadas; Por otro lado, los incidentes o accidentes deben ser informados, investigados y priorizados. Las etapas posteriores son similares para señales e incidentes débiles las cuales son analizar, dar seguimiento y finalmente evaluar (Figura 3.1).

Figura 3.1 Modelo para aprender de la experiencia.



Fuente: Drupsteen y Wybo, 2015.

El análisis de las señales débiles es un factor útil en la gestión del conocimiento (Kaivo-oja, 2012). La gestión de seguridad laboral debe "identificar las señales débiles e

interpretar las alertas tempranas" para evitar que el riesgo se convierta en un desastre (Macrae, 2014 p.2).

### **3.5 Factores influyen en la seguridad en el sector de la construcción**

Los Factores que afectan el desempeño de la seguridad laboral en el sector de la construcción han sido investigados con ímpetu, debido a que el sector de la construcción presenta registros con tasas de mortalidad alta.

Los Factores que afectan el desempeño de la seguridad laboral en el sector de la construcción según Sawacha, Naoum, y Fong, (1999) son: los factores históricos, los factores psicológicos, los factores técnicos, los factores de procedimiento, los factores organizacionales, los factores del medio ambiente de trabajo.

Por su parte Ismail, Doostdar y Harun (2012) identificaron los factores de la gestión de seguridad que influyen en el sitio de trabajo: factor de recursos, factor de gestión, factores personales, factor de incentivo y el factor de relación (Tabla 3.3). Dulaimi, (2002) considero la gestión, el riesgo, la presión del trabajo y la competencia. Teo, Ling, y Chong, (2005) consideraron cuatro factores principales: política de seguridad de la empresa; proceso de construcción; gestión de personal con respecto a la seguridad; e incentivos

Rajaprasad, y Chalapathi, (2015) observaron que los factores ambientales influyen en la implementación de normas de seguridad. Los proyectos de construcción son operados en un medio ambiente dinámico e inconsistente y es generalmente gestionado por un proyecto de equipo, el cual es una multi-organización temporal. (Fang, y Wu, 2013). Sawacha, Naoum y Fong (1999) considero que los factores ambientales que disminuyen el riesgo de accidente son un sitio ordenado y un lay out de sitio organizado y planeado.

Las condiciones inadecuadas en sitio son causas de los accidentes en los proyectos de la construcción (Suraji, Duff y Peckitt, 2001). Así mismo Urquijo y Palacio, (2015) determinaron que los riesgos potenciales en el sector de la construcción acomodados en orden jerárquico son el ruido, los sobreesfuerzos, las temperaturas extremas, los

movimientos repetitivos y las caídas en alturas (Tabla 3.4). Otra causa de accidentes son la operación de la maquinaria pesada poseen una percepción alta de riesgo (Rodríguez, Castilla y Martínez, 2014).

Tabla 3.4 Riesgos potenciales en el sector de la construcción

| Posición | Factor de riesgo        | Grado de riesgo |
|----------|-------------------------|-----------------|
| <b>1</b> | Ruido                   | 28524           |
| <b>2</b> | Sobreesfuerzo           | 23075           |
| <b>3</b> | Temperaturas extremas   | 21942           |
| <b>4</b> | Movimientos repetitivos | 20478           |
| <b>5</b> | Caída de alturas        | 20475           |
| <b>6</b> | Inhalación de polvo     | 19016           |
| <b>7</b> | Posturas prolongadas    | 17187           |
| <b>8</b> | Caídas al mismo nivel   | 17064           |

Fuente: Urquijo y Palacio, 2015

Urquijo y Palacio, (2015) evaluó el grado de riesgo con base en la siguiente formula:

$$\text{Grado de riesgo} = \text{N.E.} \times \text{T.E.} \times \text{P.}$$

Donde:

N.E. Número de trabajadores expuestos,

T.E. Tiempo de Exposición.

P. Priorización

Muchos accidentes de la construcción registrados son debido a los golpes generados por los equipos móviles (Marks y Teizer, 2013), los cuales pueden ocurrir a pesar de que los trabajadores utilicen ropa de alta visibilidad (Zhu, Park, Koch, Soltani, Hammad y Davari, 2016). Las grúas son el equipo más utilizado en el sector de la construcción

(Darshana, 2017), que contribuye a casi un tercio de todas las muertes y lesiones incapacitantes (Neitzel, Seixas y Ren, 2001, Rodríguez, Castilla y Martínez, 2014).

Choi, (2017) identifico que los accidentes industriales asociados con los equipo son por causa técnica y de gestión. Las causas técnicas de los accidentes industriales son por defectos y fallas de los equipos y por carencia de las medidas de seguridad en los equipos. Por su otro lado, las causas de gestión de los accidentes son por no llevar a cabo las medidas de seguridad y por modificar los dispositivos de seguridad.

### **3.6 Modelo de estudio**

El proyecto surge del interés de la gestión del conocimiento de la seguridad laboral en el sector de la construcción. El modelo consta de tres etapas de gestión del conocimiento: adquisición de conocimiento, transferencia y aplicación de conocimiento y finalmente almacenamiento de conocimiento (Alavi y Leidner, 2001, p. 115, Svetlik y Stavrou-Costea, 2007) considerando que estas etapas influyen en el factor de medio ambiente en el sitio de trabajo y en los factores técnicos del sector. (Figura 3.2).

En la primera etapa, la propuesta es adquirir conocimiento de fuentes externas e internas. De las fuentes externas, el aspecto legal fue considerado a través de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), que es una fuente requerida en México. Sin embargo, este modelo propuesto consideró otras agencias de seguridad internacional en el sector de la construcción como Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

Otros elementos requeridos en las fuentes externas provienen de los proveedores como las hojas de seguridad de los materiales, la ficha técnica de la herramienta, maquinaria y equipos pesados móviles, así como la ficha técnica de los equipos de protección personal. Por otro lado, se consideró las actualizaciones mediante los cursos de seguridad laboral y el benchmarking de seguridad laboral considerado como un indicador líder de desempeño en seguridad laboral generando información previa a un accidente laboral (Hohn y Duden, 2009), así mismo se considera una estrategia para disminuir accidentes (Saunders, McCoy, Kleiner, Lingard, Cooke, Milles y Waterfiel, 2016).

En referencia a las fuentes internas, el modelo propone adquirir información y generar aprendizaje a través de la experiencia de los indicadores de desempeño de seguridad marcados en la literatura. El reporte de los accidentes de trabajo (Christian et al., 2009; Sinelnikov et al., 2015) considerados como indicadores retrospectivos.

Por otro lado, los indicadores líderes han sido considerados como los casi accidentes (Sinelnikov et al., 2015), las observaciones basadas en el comportamiento (Jasiulewicz-Kaczmarek, Szwedzka y Szczuka, 2015; Sinelnikov et al., 2015) las autoinspecciones y las auditorías (Shea et al., 2016; Papazoglou, Aneziris, Bellamy, Ale y Oh, 2017; Yamin, Parker, Xi y Stanley, 2017) y las condiciones del medio ambiente del trabajo para la identificación de alarmas de alerta que eviten los accidentes laborales.

Para la segunda etapa, transferencia y aplicación del conocimiento, la propuesta es crear cuatro herramientas que contenga los indicadores de desempeño involucrando a los trabajadores. Las herramientas de seguridad consideradas son el análisis de seguridad laboral, que proporciona, como resultado, los procedimientos de trabajo seguros, la seguridad basada en el comportamiento, las auto inspecciones planeadas de las herramientas, maquinaria y equipo y finalmente un lay out con los puntos de control crítico de seguridad ocupacional (LOSCCP).

A partir de este modelo, el concepto de puntos de control crítico de seguridad ocupacional (OSCCP) surge del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). HACCP es “una herramienta que garantiza la seguridad de la producción de alimentos” (El-Hofi, El-Tanboly e Ismail, 2010, p 332). El punto de control crítico (CCP) es "un lugar, procedimiento o proceso práctico que puede controlarse para prevenir, eliminar o reducir el riesgo a niveles aceptables" (Cusato, Tavolaro y de Oliveira, 2012, p.2).

En este documento, los puntos de control crítico de seguridad ocupacional (OSCCP) son lugares donde los riesgos aumentan en el sector de la construcción. Los puntos de control críticos de seguridad ocupacional son la identificación de ubicaciones donde se combinan múltiples equipos móviles y actividades de los trabajadores (Marks y Teizer, 2013) y se realiza el trabajo simultáneo en diferentes niveles de la misma área de trabajo (Manu et

al., 2010). Este manuscrito propone elaborar un diseño con OSCCP cada vez que avance el trabajo civil en el proyecto.

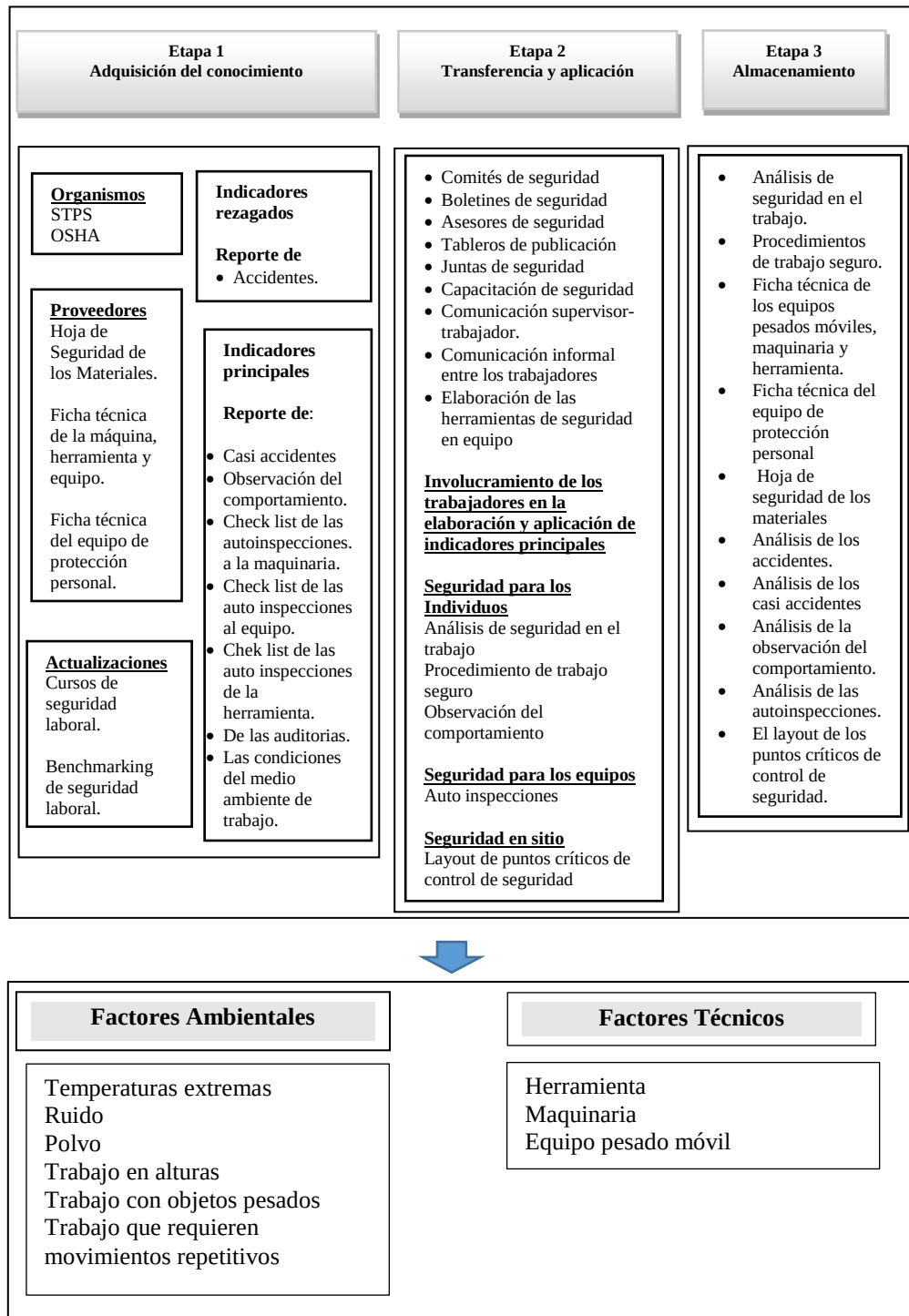
Además se han considerado otras estrategias de seguridad que reducen accidentes, para la etapa de transferencia y aplicación del conocimiento como los comités de seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, los tableros de publicación, (Hallowell, 2011) la capacitación de seguridad (Robson, et al., 2010, Agnew y Daniels, 2011) la comunicación supervisor-trabajadores, la comunicación informal entre trabajadores (Uslu y Çubuk, 2015).

Finalmente, en la última etapa, el almacenamiento de información los constituyen los elementos del análisis de seguridad en el trabajo, el procedimiento de trabajo seguro, ficha técnica de los equipos pesados móviles, maquinaria y herramienta, la ficha técnica de equipos de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, el análisis de los accidentes, el análisis de los casi-accidentes, análisis de la observación del comportamiento, el análisis de las auto inspecciones y el layout de los puntos críticos de control de seguridad en el sector. Todos estos elementos serán almacenados para ser utilizados en proyectos de nueva creación.

Las etapas de la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional descritas: las etapas de la adquisición del conocimiento de fuentes internas y fuentes externas, así como la transferencia y aplicación del conocimiento se consideran que influyen en los factores ambientales en sitio, ya que el entorno de trabajo es dinámico e inconsistente, los trabajadores cambien constantemente su área de trabajo considerando como sitio de alto riesgo de trabajo (Fang y Wu, 2013) y en los factores técnicos debido a que los accidentes industriales asociados con los equipo son por causa técnica y de gestión (Choi, 2017).

Se ha considerado a los factores ambientales Urquijo y Palacio (2015), a los elementos con riesgos potenciales como ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos. Los factores técnicos han sido considerados a la herramienta, la maquinaria y los equipos pesados móviles.

Figura 3.2 Modelo de la Gestión del Conocimiento en seguridad ocupacional con indicadores de desempeño como estrategia para la reducción de los accidentes en el sector de la construcción



Source: Elaboración propia, 2017.

### 3.6.1 Estrategias de seguridad utilizadas en el modelo

Los elementos de gestión del conocimiento en seguridad laboral que pueden evitar la pérdida de conocimiento, cubren las necesidades dinámicas de la construcción e influyen

en la reducción de los accidentes laborales identificados a través de la revisión literaria (Tabla 3.5). Se encontró que algunos de estos elementos son indicadores de desempeño de seguridad, donde se propone aprender de ellos.

Tabla 3.5 Estrategias de gestión de conocimientos de seguridad laboral para cubrir el objetivo de este documento

| <b>Estrategia</b>                                        | <b>Evitar la pérdida de conocimiento</b>     | <b>Cubrir las necesidades dinámicas</b> | <b>Evitar los accidentes laborales</b>                                                       | <b>Indicadores de desempeño de seguridad</b>                              |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| STPS                                                     |                                              |                                         | X<br>(STPS, 2011, p. 2)                                                                      |                                                                           |
| OSHA                                                     |                                              |                                         | x<br>(BLS, 1926)                                                                             |                                                                           |
| Hoja de seguridad de los materiales                      |                                              |                                         | x<br>(Autoridad de Salud y Seguridad, 2015)                                                  |                                                                           |
| Ficha técnica de la herramienta, maquinaria y equipo     |                                              |                                         | x<br>(INSHT, 2016)                                                                           |                                                                           |
| Cursos de seguridad laboral                              |                                              |                                         | x<br>Robson, Stephenson, Schulte, et al., 2010; Agnew, y Daniels, 2011                       |                                                                           |
| Benchmarking seguridad laboral                           |                                              |                                         | x<br>(Hohn y Duden, 2009, Saunders, McCoy, Kleiner, Lingard, Cooke, Mills y Wakefield, 2016) | X<br>(Hohn y Duden, 2009)                                                 |
| Reporte de los accidentes                                | x<br>(Lindberg, Hansson y Rollenhagen, 2010) |                                         | x<br>(Lindberg, et al., 2010)                                                                | X<br>(Christian, Bradley, Wallace y Burke, 2009, Sinelnikov et al., 2015) |
| Informe de las condiciones del medio ambiente de trabajo |                                              |                                         | X<br>Cheng, Leu, Lin, y Fan, 2010.                                                           |                                                                           |
| Reporte de los casi accidentes                           | x<br>(Goh y Chua, 2013)                      |                                         | X<br>(Goh y Chua, 2013)                                                                      | x<br>(Sinelnikov et al., 2015, Shea, et al., 2016)                        |
| Auditorías                                               |                                              |                                         | X                                                                                            |                                                                           |

|                                                                                             |                                                              |                                                              |                                                                             |                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                             |                                                              |                                                              | (Mwangi, 2017)                                                              |                                        |
| Observación del comportamiento                                                              | x<br>(Jasiulewicz-Kaczmarek, Szwedzka y Szczuka, 2015)       | x<br>(Alvero, Rost y Austin, 2008, Jasiulewicz-et al., 2015) | x<br>(Li, Lu, Hsu, Gray y Huang, 2015, Ismail, et al., 2012)                | x<br>(Spears, 2010)                    |
| Reporte de las auto-inspecciones                                                            | x<br>(Swuste, theunissen, Schmitz, Reneirs y Blokland, 2016) | x<br>(Yamin, Parker, Xi y Stanaley, 2017)                    | x<br>(Yamin, et al., 2017)                                                  | x<br>(Shea, et al., 2016, Spear, 2010) |
| Comités de seguridad                                                                        |                                                              |                                                              | x<br>Hasle, y Limborg. 2006.                                                |                                        |
| Capacitación de seguridad                                                                   | x<br>(Burke et al., 2011)                                    |                                                              | x<br>(Robson, Stephenson, Shulte, et al., 2010)                             |                                        |
| Asesores de seguridad                                                                       |                                                              |                                                              | x<br>(Swuste, y Arnoldy, 2003).                                             |                                        |
| Análisis de seguridad laboral                                                               | x<br>(Rozenfeld, Sacks, Rosenfeld, Baum, 2010)               |                                                              | x<br>(Ismail, Hashi, Zurie, Ismail, Kamarudin y Baharom, 2012; Glenn, 2011) | x<br>(Rozenfeld, et al., 2010)         |
| Boletines de seguridad                                                                      |                                                              |                                                              | x<br>(Hallowell, 2012)                                                      |                                        |
| Involucramiento del personal en la toma de decisiones en el ámbito de seguridad ocupacional |                                                              |                                                              | X<br>(Arocena, Nunez, 2010)                                                 |                                        |
| Comunicaciones                                                                              |                                                              |                                                              | x<br>(Vinodkumar y Bhasi, 2010)                                             | x<br>(Shea, et al., 2016)              |
| Tableros de publicación                                                                     |                                                              |                                                              | x<br>(Hallowell, 2012)                                                      |                                        |
| Juntas de seguridad                                                                         |                                                              |                                                              | x<br>Hasle, y Limborg. 2006.                                                |                                        |

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### **3.7 Hipótesis en específico de investigación derivadas del modelo propuesto**

#### **Etapas 1. Adquisición del conocimiento**

A continuación se plantean las hipótesis para la etapa de la adquisición del conocimiento las cuales se encuentran divididas en fuentes externas y fuentes internas.

#### **Fuentes Externas**

H1: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de la seguridad en el trabajo proveniente de las fuentes externas de la empresa y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H1a: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de la seguridad en el trabajo proveniente de las fuentes externas de la empresa (STPS, OSHA, la ficha técnica de las herramientas, maquinaria y equipo, la ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, curso con los proveedores y el benchmarking seguridad laboral) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H1b: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de la seguridad en el trabajo proveniente de las fuentes externas de la empresa (STPS, OSHA, la ficha técnica de las herramientas, maquinaria y equipo, la ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, curso con los proveedores y el benchmarking seguridad laboral) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

#### **Fuentes Internas**

H2: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de las fuentes internas y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H2a: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de las fuentes internas (a través del reporte de los accidentes, el reporte de las condiciones del medio ambiente de trabajo, el reporte de los casi accidentes, el informe de la observación del comportamiento, reporte de las auditorías y el reporte de las auto-inspecciones de la

herramienta, la maquinaria y el equipo) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H2b: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de las fuentes internas (a través del reporte de los accidentes, el reporte de las condiciones del medio ambiente de trabajo, el reporte de los casi accidentes, el informe de la observación del comportamiento, reporte de las auditorías y el reporte de las auto-inspecciones de la herramienta, la maquinaria y el equipo,) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

#### Etapas 2: Transferencia y Aplicación del conocimiento

La etapa 2 de transferencia y aplicación del conocimiento, conlleva dos hipótesis las cuales se describe a continuación

H3: Existe una correlación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H3a: Existe una correlación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento (mediante los comités de seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, tableros de publicación, juntas de seguridad, la capacitación de seguridad, la comunicación supervisor-trabajador, la comunicación informal entre trabajadores, elaboración de las herramientas de seguridad en equipos de trabajo, el involucramiento de los trabajadores en la elaboración y aplicación de las herramientas de seguridad de los indicadores líderes como: el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, la seguridad basa en la observación del comportamiento, las auto inspecciones, el layout de puntos de críticos de control en sitio) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H3b: Existe una correlación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento (mediante los comités de seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, tableros de publicación, juntas de seguridad, la capacitación de seguridad, la comunicación supervisor-trabajador, la comunicación informal entre trabajadores,

elaboración de las herramientas de seguridad en equipos de trabajo, el involucramiento de los trabajadores en la elaboración y aplicación de las herramientas de seguridad de los indicadores líderes como: el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, la seguridad basa en la observación del comportamiento, las auto inspecciones, el layout de puntos de críticos de control en sitio) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

### Etapa 3 Almacenamiento

Así mismo, se consideró la etapa del almacenamiento del conocimiento, la cual se describió en las siguientes hipótesis correlacionales.

H4: Existe una correlación positiva entre el almacenamiento del conocimiento por medio del resguardo de las herramientas generadas durante el proyecto y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H4a: Existe una correlación positiva entre el almacenamiento del conocimiento por medio del resguardo de las herramientas generadas durante el proyecto (como el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, ficha técnica de los equipos móviles, la maquinaria y equipo, ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, el análisis de los accidentes, el análisis de los casi accidentes, el análisis de la observación del comportamiento, el análisis de los check list de las auto inspecciones y layout de los puntos críticos donde se incrementó el riesgo) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H4b: Existe una correlación positiva entre el almacenamiento del conocimiento por medio del resguardo de las herramientas generadas durante el proyecto (como el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, ficha técnica de los equipos móviles, la maquinaria y equipo, ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, el análisis de los accidentes, el análisis de los casi accidentes, el análisis de la observación del comportamiento, el análisis de los check list de las auto inspecciones y layout de los puntos críticos donde se incrementó el riesgo) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se describe el diseño de la investigación que se llevó a cabo para probar las hipótesis planteadas respecto al modelo propuesto. Se presenta la determinación de la muestra y la elección del tipo de muestro. Por último se presente el análisis de datos y la interpretación de los resultados exponiendo los hallazgos encontrados.

#### **4.1 Diseño de investigación**

El enfoque que presenta la investigación es cuantitativo. Los datos se colectaron en las empresas del sector de la construcción en el ramo de la edificación, para probar las hipótesis de la influencia de los elementos de la gestión del conocimiento sobre los accidentes.

La investigación se clasifica en no experimental, ya que “se realiza sin manipular deliberadamente las variables” (Hernández et al., 2014, p. 152), y las condiciones naturales de la empresa no han sido modificadas, por lo tanto, el análisis de las variables se realizará en el ambiente en el que se desarrolla su operación.

La investigación es *transeccional* o *transversal* porque “los datos se recolectan en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández et al., 2014, p. 154). Por lo tanto, la recopilación de la información relacionada con la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional y los factores que afectan la seguridad en las empresas constructoras de la región, se ha efectuado en un único periodo de tiempo.

La investigación es *correlacional-causal* porque “estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado”. (Hernández et al., 2014, p. 157). De este modo, se estima el acoplamiento del modelo a los datos y posteriormente las relaciones entre las variables adquisición del conocimiento,

trasferencia del conocimiento, almacenamiento del conocimiento, factores ambientales, y factores técnicos para su argumentación.

#### 4.2 Población y tamaño de muestra

En México, el Sector de la Construcción opero en el 2013 con 17,063 unidades económicas que representa el 0.4% del total nacional y con 569,856 trabajadores que equivale a 2.6% del personal ocupado total (INEGI, 2014).

La Secretaría de Economía clasifica a las empresas de acuerdo al valor de sus ventas, o en caso de no contar con esta información, por el número total de empleados, en 4 grupos. CMIC, 2011.

Tabla 4.1 Clasificación de las empresas de acuerdo a su valor de ventas

|                | <b>Ventas anuales (en pesos)</b> | <b>Número total de empleados</b> |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Micro</b>   | Hasta \$4.0 millones             | De 1 a 10                        |
| <b>Pequeña</b> | De \$4.1 a 100.0 millones        | De 11 a 50                       |
| <b>Mediana</b> | De \$100.1 a \$250.0 millones    | De 51 a 250                      |
| <b>Grande</b>  | Más de \$250.1 millones          | Más de 250                       |

Fuente: INEGI, 2014

Se determinó elegir a las empresas pequeña, mediana y grande por las siguientes razones (INEGI, 2014):

- a) Empresas Pequeñas poseen el 28% del personal ocupado con una cantidad de 159,471.
- b) Empresas Medianas poseen el mayor porcentaje en 3 variables del sector de la construcción: personal ocupado 36.7%, remuneraciones 38.5% y en activos fijos 32.7%.
- c) Empresas Grandes presenta la mayor producción total en el sector de la construcción 42.8%.

Otros fundamentos de selección de las Pequeñas y medianas empresas ha sido con base en los altos índices de los accidentes (OIT, 2014), así como sus condiciones de trabajo con escasa seguridad; por consiguiente, presentan mayor riesgo para los trabajadores que las empresas grandes. Otra característica que se presenta en las pequeñas y medianas empresas es la carencia del tiempo para la información sobre la seguridad y salud en el trabajo y la escasa capacitación, por lo tanto muestra tendencia a ser reactivos, en vez de adoptar estrategias preventivas proactivas (Croucher et al., 2013).

Tabla 4.2 Variables seleccionadas según tamaño de las unidades económicas del sector de la construcción, 2013

| Tamaño de la unidad          | Unidades económicas |      | Personal ocupado total |      | Remuneraciones | %    | Producción total bruta |      | Activos Fijo |      |
|------------------------------|---------------------|------|------------------------|------|----------------|------|------------------------|------|--------------|------|
|                              | Abs                 | %    | Abs                    | %    | Miles de pesos |      |                        |      |              |      |
| <b>Total Construcción</b>    | 17 063              | 100  | 569 856                | 100  | 31 057 617     | 100  | 346 727 279            | 100  | 85 834 351   | 100  |
| <b>Hasta 10 personas</b>     | 7 803               | 47.5 | 35 432                 | 6.2  | 1 576 153      | 4.9  | 14 854 712             | 4.3  | 6 586 677    | 7.7  |
| <b>De 11 a 50 personas</b>   | 6 900               | 40.4 | 159 471                | 28.0 | 8 525 902      | 27.5 | 64 349 888             | 18.6 | 23 706 807   | 27.6 |
| <b>De 51 a 250 personas</b>  | 2 069               | 12.1 | 209 010                | 36.7 | 11 960 690     | 38.5 | 118 957 618            | 34.3 | 28 085 226   | 32.7 |
| <b>De 251 y más personas</b> | 291                 | 1.7  | 165 943                | 29.1 | 9 044 872      | 29.1 | 148 565 061            | 42.8 | 27 455 641   | 32.0 |

Fuente: INEGI, 2014

Se aplicó muestreo por conveniencia, donde se eligen los elementos más al alcance del investigador (Becardino, 2012), considerando a las pequeñas, medianas y grandes empresas del estado de Hidalgo, por la facilidad de la aplicación del instrumento, con base a las vinculaciones que se tienen con el sector de este estado. Además, el sector de la construcción de obras de infraestructura y edificación en obra pública es el grupo con

mayor número de defunciones teniendo un porcentaje de 28.6% respecto al resto de los grupos (Tabla 4.3) (Memoria estadística IMSS, 2014).

Tabla 4.3 Defunciones por actividad económica 2014, Hidalgo

| <b>Grupo</b> |                                                                          | <b>Defunciones</b> | <b>%</b>   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|
| <b>1</b>     | Construcciones de obras de infraestructura y edificación en obra pública | 6                  | 28.6       |
| <b>2</b>     | Transporte de pasajeros                                                  | 2                  | 9.5        |
| <b>3</b>     | Transporte de carga                                                      | 2                  | 9.5        |
| <b>4</b>     | Servicios profesionales y técnicos                                       | 2                  | 9.5        |
| <b>5</b>     | Otras actividades                                                        | 9                  | 42.9       |
|              | <b>Total</b>                                                             | <b>21</b>          | <b>100</b> |

Fuente: Memoria estadística IMSS, 2014

Las variables que se utilizaron para la selección de la muestra en la base de datos del INEGI extraídas del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2018) fueron:

#### **Actividad Económica:**

23 Construcción

236 Edificación

#### **Tamaño del Establecimiento**

11 a 30 personas.

31 a 50 personas.

51 a 100 personas.

101 a 250 personas.

251 a más personas.

### Área geográfica

Hidalgo.

El resultado obtenido es 94 establecimientos económicos en el estado de Hidalgo, a partir de la delimitación de las variables seleccionadas (INEGI, 2018).

#### 4.2.2 Cálculo de la muestra

Conforme a la base de datos del INEGI existen 94 empresas del sector de la construcción en el ramo de la edificación de tamaño pequeña, mediana y grande, en el Estado de Hidalgo; por lo tanto tenemos una población finita. Se decidió utilizar un nivel de confianza de 92% y una proporción esperada del 50%. Para obtener el número necesario de empresas en el sector de la construcción se aplicó la ecuación 1.

Donde:

N = 94 Empresas (Población)

Z= 1.75 (Confianza al 92%)

p= 0.50 Proporción esperada

q = 1 - p

d = 0.13 Error admisible.

$$n = \frac{N Z^2 p q}{Z^2 p q + d^2 (N-1)} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$n = \frac{94 (1.75)^2 (0.50)(0.50)}{(1.75)^2(0.50)(0.50) + 0.13^2(94-1)} = 30.791 \text{ Empresas}$$

$$n = 30.791 \sim 31 \text{ Empresas constructoras}$$

Por lo tanto, se debe realizar una muestra de 31 empresas constructoras dedicadas al ramo de la edificación en el estado de Hidalgo, con un nivel de confianza del 92% y una tolerancia del 13%.

### 4.3 Instrumento de recolección de datos

Se emplearon dos tipos de instrumentos (Tabla 4.4) dirigidos a los líderes de seguridad quienes son los responsables de salvaguardar la obra de los peligros y los riesgos laborales (Anexo B) y a los trabajadores quienes llevan a cabo las actividades de forma segura y perciben la condiciones en las cuales se labora (Anexo C).

Tabla 4.4 Descripción de los instrumentos de recolección de datos

| <b>Instrumento de recolección para mandos medios</b> |                              |                                           |                                   |
|------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Bloques</b>                                       | <b>Número de dimensiones</b> | <b>Número de ítems en escala Likert 5</b> | <b>Número de ítems opcionales</b> |
| <b>1</b>                                             | 5                            | -                                         | 5                                 |
| <b>2</b>                                             | 4                            | 47                                        | -                                 |
| <b>Instrumento de recolección para trabajadores</b>  |                              |                                           |                                   |
| <b>Bloques</b>                                       | <b>Número de dimensiones</b> | <b>Número de ítems en escala Likert 5</b> | <b>Número de ítems opcionales</b> |
| <b>1</b>                                             | 3                            | -                                         | 3                                 |
| <b>2</b>                                             | 2                            | 41                                        | -                                 |

Fuente: Elaboración propia (2017)

#### 4.3.1 Validación del modelo

Todo instrumento de recolección de datos debe reunir los requisitos esenciales de confiabilidad y validez (Hernández et al., 2010). “La confiabilidad se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados semejantes” (Hernández et al., 2010, p. 200) mientras que “la validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (Hernández et al., 2010, p. 201).

La validez que algunos autores consideran es la validez de expertos o *face validity*, la cual se refiere “al grado en que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión, de acuerdo con voces calificadas” (Hernández et al., 2014, p. 152).

Para la validación del modelo se consultaron expertos en el área con el siguiente perfil: puesto líder de seguridad, experiencia mayor de 4 años, con certificación en DC3 en: NOM-STPS-031 condiciones de salud, seguridad e higiene en la industria de la construcción, montaje y desmontaje de andamios, seguridad en espacios confinados, seguridad para trabajos en alturas, curso básico de eslingas y maniobras (Anexo D y Anexo E).

#### 4.4 Resultados

Una vez recolectados los datos a través de fuentes primarias de investigación se procedió a probar las hipótesis planteadas en el Capítulo 3:

Se presentan las hipótesis generadas de la investigación para conformar el modelo de la gestión del conocimiento por medio de sus etapas y de los elementos que conllevan cada una de ellas.

##### Etapas 1. Adquisición del conocimiento

A continuación se plantean las hipótesis para la etapa de la adquisición del conocimiento las cuales se encuentran divididas en fuentes externas y fuentes internas.

## Fuentes Externas

H1: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de la seguridad en el trabajo proveniente de las fuentes externas de la empresa y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H1a: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de la seguridad en el trabajo proveniente de las fuentes externas de la empresa (STPS, OSHA, la ficha técnica de las herramientas, maquinaria y equipo, la ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, curso con los proveedores y el benchmarking seguridad laboral) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H1b: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de la seguridad en el trabajo proveniente de las fuentes externas de la empresa (STPS, OSHA, la ficha técnica de las herramientas, maquinaria y equipo, la ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, curso con los proveedores y el benchmarking seguridad laboral) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

## Fuentes Internas

H2: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de las fuentes internas y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H2a: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de las fuentes internas (a través del reporte de los accidentes, el reporte de las condiciones del medio ambiente de trabajo, el reporte de los casi accidentes, el informe de la observación del comportamiento, reporte de las auditorías y el reporte de las auto-inspecciones de la herramienta, la maquinaria y el equipo) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H2b: Existe una correlación positiva entre la adquisición del conocimiento de las fuentes internas (a través del reporte de los accidentes, el reporte de las condiciones del medio

ambiente de trabajo, el reporte de los casi accidentes, el informe de la observación del comportamiento, reporte de las auditorías y el reporte de las auto-inspecciones de la herramienta, la maquinaria y el equipo,) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

## Etapa 2: Transferencia y Aplicación del conocimiento

La etapa 2 de transferencia y aplicación del conocimiento, conlleva dos hipótesis las cuales se describe a continuación

H3: Existe una correlación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H3a: Existe una correlación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento (mediante los comités de seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, tableros de publicación, juntas de seguridad, la capacitación de seguridad, la comunicación supervisor-trabajador, la comunicación informal entre trabajadores, elaboración de las herramientas de seguridad en equipos de trabajo, el involucramiento de los trabajadores en la elaboración y aplicación de las herramientas de seguridad de los indicadores líderes como: el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, la seguridad basa en la observación del comportamiento, las auto inspecciones, el layout de puntos de críticos de control en sitio) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H3b: Existe una correlación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento (mediante los comités de seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, tableros de publicación, juntas de seguridad, la capacitación de seguridad, la comunicación supervisor-trabajador, la comunicación informal entre trabajadores, elaboración de las herramientas de seguridad en equipos de trabajo, el involucramiento de los trabajadores en la elaboración y aplicación de las herramientas de seguridad de los indicadores líderes como: el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, la seguridad basa en la observación del comportamiento, las auto inspecciones, el layout de puntos de críticos de control en sitio) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

### Etapas 3 Almacenamiento

Así mismo, se consideró la etapa del almacenamiento del conocimiento, la cual se describió en las siguientes hipótesis correlacionales.

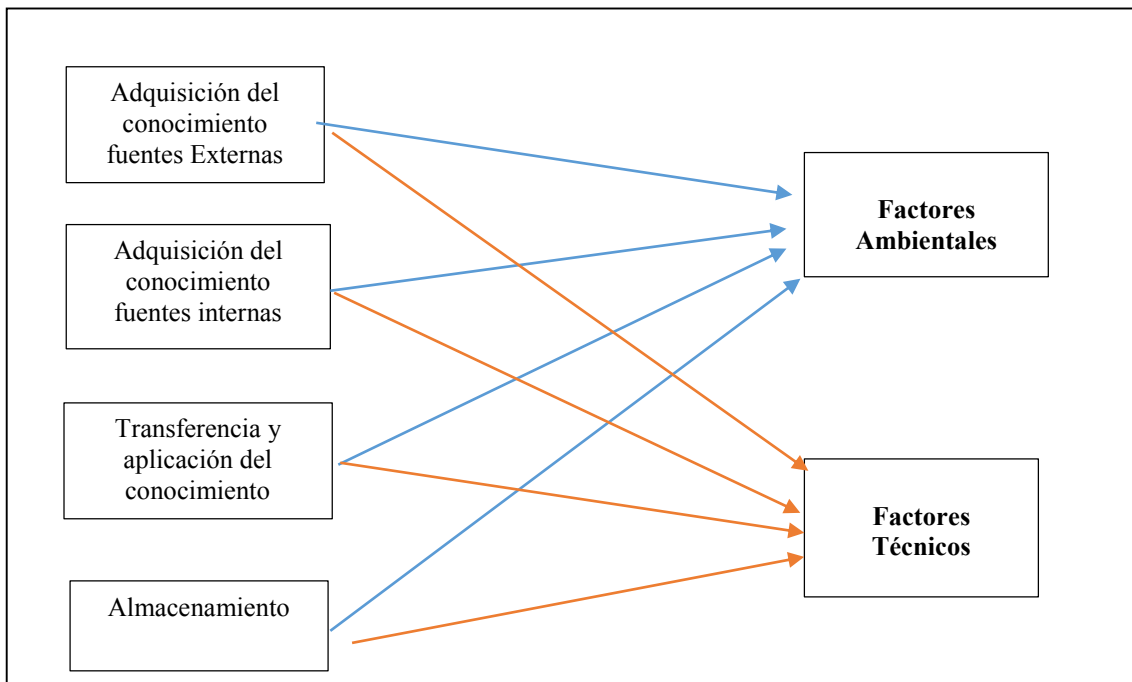
H4: Existe una correlación positiva entre el almacenamiento del conocimiento por medio del resguardo de las herramientas generadas durante el proyecto y los factores del sector (ambientales y técnicos).

H4a: Existe una correlación positiva entre el almacenamiento del conocimiento por medio del resguardo de las herramientas generadas durante el proyecto (como el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, ficha técnica de los equipos móviles, la maquinaria y equipo, ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, el análisis de los accidentes, el análisis de los casi accidentes, el análisis de la observación del comportamiento, el análisis de los check list de las auto inspecciones y layout de los puntos críticos donde se incrementó el riesgo) y los factores de ambientales del sector (temperaturas extremas, ruido, polvo, trabajo en alturas, trabajo con objetos pesados, trabajo que requieren movimientos repetitivos).

H4b: Existe una correlación positiva entre el almacenamiento del conocimiento por medio del resguardo de las herramientas generadas durante el proyecto (como el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, ficha técnica de los equipos móviles, la maquinaria y equipo, ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, el análisis de los accidentes, el análisis de los casi accidentes, el análisis de la observación del comportamiento, el análisis de los check list de las auto inspecciones y layout de los puntos críticos donde se incrementó el riesgo) y los factores técnicos (considerando la herramienta, la maquinaria y el equipo pesado móvil).

Las hipótesis planteadas muestran una relación de las variables entre los elementos de la gestión del conocimiento los factores del medio ambiente y por último, los factores técnicos que afectan la seguridad ocupacional (Figura 4.1).

Figura 4.1 Relación de las variables planteada en las hipótesis

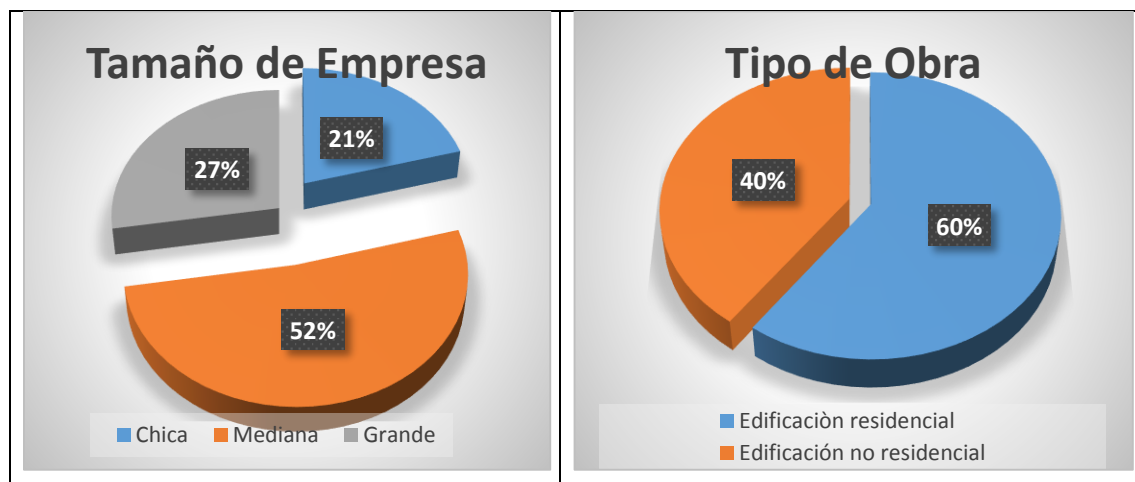


Elaboración propia (2018).

#### 4.4 Resultados

Las características de las empresas encuestadas: respecto al tamaño son: a) 21% pequeñas, 27% medianas y 52% grandes y con respecto al tipo de obra se registraron 60% dedicadas a la edificación residencial y 40% a la edificación no residencial, la muestra ha sido tomada del estado de Hidalgo (Gráfico 4.1).

Figura 4.2 Perfil de las empresas encuestadas



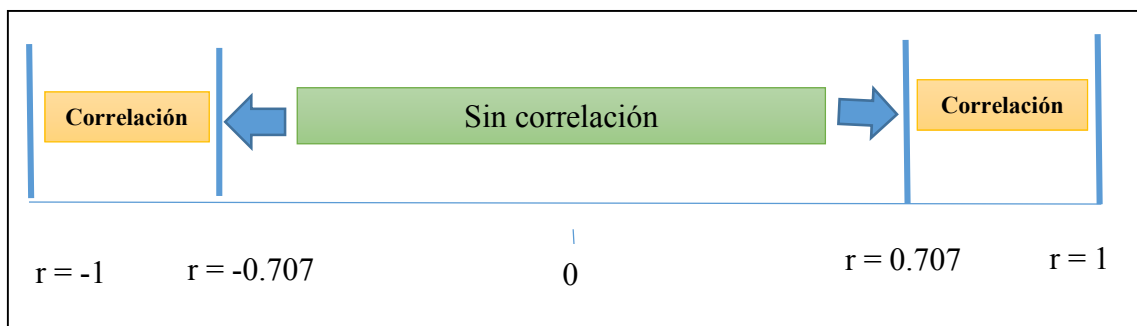
Fuente: Elaboración propia (2018).

#### 4.4.1 Análisis de datos

El análisis de datos fue realizado por medio del coeficiente de Pearson. La evaluación de la hipótesis nula se realiza por medio del coeficiente de Pearson. El coeficiente de correlación de Pearson  $r$  “describe la relación entre dos conjuntos de variables”. El grado de la relación  $r$  puede ser positivo, negativo, o cero (Lind y March, 2012, p.465).

Los valores del coeficiente de correlación  $r$  pueden variar desde -1.0 (una relación negativa perfecta) a 1.0 (una relación positiva perfecta) si no hay ninguna relación entre los dos conjuntos de variables, la  $r$  de Pearson es cero, la fuerza de la correlación no depende de la dirección (ya sea negativo o bien positivo). Un coeficiente de correlación  $r$  cercano a 0 indica que no hay relación lineal. Los coeficientes de -0.91 y +0.91 tienen una fuerza igual; los dos indican una correlación muy fuerte entre las dos variables (Triolla, 2009) (Figura 4.3).

Figura 4.3 Interpretación del coeficiente de correlación lineal  $r$



Fuente: Triolla, 2009.

Para probar las Hipótesis se calculó la relación entre las variables por medio del Coeficiente de Pearson conocido como Coeficiente de correlación lineal mediante la técnica de regresión lineal múltiple. Los resultados se presentan por medio de una matriz de correlación (Tabla 4.5) donde se encuentran las variables, las correlaciones entre ellas así como el nivel de significancia requerido para aceptar o no las hipótesis propuestas, descritas anteriormente.

Tabla 4.5 Matriz de correlaciones

|                                                              |     | Fuentes<br>Externas<br>X1 | Fuentes<br>Internas<br>X2 | Transf<br>y aplic<br>X3 | Almacenam<br>X4 | Factores<br>Ambient<br>Y1 | Factores<br>Técnicos<br>Z1 |
|--------------------------------------------------------------|-----|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|
| Fuentes<br>Externas<br>X1                                    | R   | 1                         | .652**                    | .796**                  | 0.731**         | .773**                    | .722**                     |
|                                                              | Sig |                           | .000                      | .000                    | .000            | .000                      | .000                       |
|                                                              | N   | 31                        | 31                        | 31                      | 31              | 31                        | 31                         |
| Fuentes<br>Internas<br>X2                                    | R   | .652**                    | 1                         | .724**                  | .684**          | .720**                    | .768**                     |
|                                                              | Sig | .000                      |                           | .000                    | .000            | .000                      | .000                       |
|                                                              | N   | 31                        | 31                        | 31                      | 31              | 31                        | 31                         |
| Transferencia<br>aplicación<br>X3                            | R   | .796**                    | .724**                    | 1                       | .745**          | .785**                    | .725**                     |
|                                                              | Sig | .000                      | .000                      |                         | .000            | .000                      | .000                       |
|                                                              | N   | 31                        | 31                        | 31                      | 31              | 31                        | 31                         |
| Almacenam.<br>X4                                             | R   | .731**                    | .684**                    | .745**                  | 1               | .854**                    | .709**                     |
|                                                              | Sig | .000                      | .000                      | .000                    |                 | .000                      | .000                       |
|                                                              | N   | 31                        | 31                        | 31                      | 31              | 31                        | 31                         |
| Factores<br>Ambientes<br>Y1                                  | R   | .773**                    | .720**                    | .785**                  | .854**          | 1                         | .794**                     |
|                                                              | Sig | .000                      | .000                      | .000                    | .000            |                           | .000                       |
|                                                              | N   | 31                        | 31                        | 31                      | 31              | 31                        | 31                         |
| Factores<br>Técnicos<br>Z1                                   | R   | .722**                    | .768**                    | .725*                   | .709**          | .794**                    | 1                          |
|                                                              | Sig | .000                      | .000                      | .000                    | .623            | .000                      |                            |
|                                                              | N   | 31                        | 31                        | 31                      | 31              | 31                        | 31                         |
| ** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral) |     |                           |                           |                         |                 |                           |                            |
| * La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)  |     |                           |                           |                         |                 |                           |                            |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2 Interpretación de resultados

A continuación se presentan la interpretación de los resultados, analizando cada hipótesis de investigación planteada anteriormente (Tabla 4.6) indicando la hipótesis planteada, la interpretación de resultados y por último que la decisión que se tomó en base a los resultados estadísticos.

En total se generaron 8 hipótesis, de las cuales 4 han sido planteadas respecto a la relación que tienen los elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional y los factores ambientales que afectan la seguridad en el sector de la construcción y 4 hipótesis planteadas para la relación que tienen los elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional y los factores técnicos que afectan la seguridad en el sector de la construcción.

#### 4.6 Tabla interpretación de resultados de las hipótesis de investigación

| <b>Hipótesis de investigación</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Decisión</b>      |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>H<sub>1</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre la adquisición del conocimiento proveniente de fuentes externas y los factores ambientales del sector.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | <p><math>r = 0.773^{**}</math></p> <p>p-value = 0.000</p> <p>N = 31</p> <p>Existe una relación positiva entre la adquisición del conocimiento de fuentes externas y los factores ambientales del sector en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que p-value de .000 es menor que .01 y con ello la hipótesis alternativa no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes.</p> |                      |
| <b>H<sub>2</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre la adquisición del conocimiento proveniente de fuentes externas y los factores técnicos del sector                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | <p><math>r = 0.722^{**}</math></p> <p>p-value = 0.000</p> <p>N = 31</p> <p>Existe una relación positiva entre la adquisición del conocimiento de fuentes externas y los factores técnicos del sector en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que p-value de .000 es menor que .01 y con ello la hipótesis alternativa no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes.</p>    |                      |
| <b>H<sub>3</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre la adquisición del conocimiento proveniente de fuentes internas y los factores ambientales del sector                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | <p><math>r = 0.720^{**}</math></p> <p>p-value = 0.000</p> <p>N = 31</p> <p>Existe una relación positiva entre la adquisición del conocimiento de fuentes internas y los factores ambientales del sector en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que p-value de .000 es menor</p>                                                                                                                |                      |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|                                                | que .01 y con ello la hipótesis alternativa no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |
| <b>H<sub>4</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre la adquisición del conocimiento proveniente de fuentes internas y los factores técnicos del sector                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | $r = 0.768^{**}$<br>$p\text{-value} = 0.00$<br>$N = 31$<br>Existe una relación positiva entre la adquisición del conocimiento de fuentes internas y los factores técnicos del sector en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que $p\text{-value}$ de .000 es menor que .01 y con ello la hipótesis alternativa no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes.      |                      |
| <b>H<sub>5</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre la transferencia y aplicación de conocimientos y los factores ambientales del sector.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | $r = 0.785^{**}$<br>$p\text{-value} = 0.00$<br>$N = 31$<br>Existe una relación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento, y los factores ambientales de seguridad del sector en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que $p\text{-value}$ de .000 es menor que .01 y con ello la hipótesis nula no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes. |                      |
| <b>H<sub>6</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre la transferencia y aplicación de conocimientos y los factores técnicos del sector.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | $r = 0.725^{**}$<br>$p\text{-value} = 0.00$<br>$N = 31$<br>Existe una relación positiva entre la transferencia y aplicación del conocimiento, y los factores técnicos del sector en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que $p\text{-value}$ de .000 es menor que .01 y con ello la hipótesis nula no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes.                 |                      |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>H<sub>7</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre el almacenamiento del conocimiento y los factores ambientales del sector.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | $r = 0.854^{**}$<br>$p\text{-value} = 0.000$<br>$N = 31$<br>Existe relación positiva entre el almacenamiento del conocimiento y los factores ambientales del sector en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que $p\text{-value}$ de .000 es menor que .01 y con ello la hipótesis nula no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes. |                      |
| <b>H<sub>8</sub>: <math>\rho \neq 0</math></b> | Existe relación entre el almacenamiento del conocimiento y los factores técnicos del sector.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>No se rechaza</b> |
| <b>Interpretación de resultados</b>            | $r = 0.709^{**}$<br>$p\text{-value} = 0.000$<br>$N = 31$<br>Existe relación positiva entre el almacenamiento del conocimiento y los factores técnicos de seguridad en la población, la correlación es estadísticamente significativa al nivel de .01, ya que $p\text{-value}$ de .000 es menor que .01 y con ello la hipótesis nula no es rechazada. Los resultados están basados en 31 participantes.  |                      |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Discusión

Dos de los propósitos de la investigación fueron analizar los elementos del modelo de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que evite la pérdida de conocimiento y cubran las necesidades dinámicas del sector de la construcción, por lo tanto se han seleccionado los elementos de la gestión del conocimiento, con base, a que permitan generar aprendizaje tanto de eventos ocurridos no deseados, como los indicadores de alerta para eventos no deseados que están por ocurrir.

En consecuencia, los elementos seleccionados para conformar las etapas de la gestión del conocimiento de seguridad laboral son tanto los indicadores rezagados que nos permiten

aprender de la experiencia, como los indicadores líderes de seguridad que nos advierten de un peligro.

Otro propósito de la investigación fue establecer la relación que tienen las etapas de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional con los factores ambientales y los factores técnicos del sector. Los resultados del análisis proveen apoyo al modelo hipotetizado. Es evidente que la mayoría de los coeficientes son significativos y el modelo se ajusta a los datos.

Los resultados indican que los elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que pueden influir tanto en los factores ambientales como en los factores técnicos son: la adquisición del conocimiento de fuentes externas, la adquisición del conocimiento de fuentes internas, la transferencia y aplicación del conocimiento y el almacenamiento del conocimiento. Se espera que estas cuatro prácticas de la gestión del conocimiento de la seguridad ocupacional contribuyan a mejorar los factores ambientales dinámicos del sector y a favorecer los factores técnicos que influyen en la seguridad laboral.

En la transferencia y aplicación del conocimiento se propusieron herramientas de seguridad como el análisis de seguridad del trabajo, la cual es una herramienta que permite evaluar los riesgos y la herramienta de la observación del comportamiento que permite conocer y aplicar el procedimiento del trabajo seguro y con base en ello observar si las actividades se están realizando de manera segura, con el fin de percibir y detener las condiciones y los actos inseguros antes de que ocurra los accidentes.

Un hallazgo importante que emergió de la investigación es la existencia de una alta correlación entre los factores ambientales y los factores técnicos que afectan la seguridad, por lo que al mejorar los factores técnicos favorece los factores ambientales generando con ello un sitio seguro de trabajo.

Otro punto importante a considerar es que el modelo ayuda a cumplir con la normatividad de la NOM-031-STPS, donde se establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción, la cual exige contar con un análisis de riesgos

potenciales, un programa para la revisión y mantenimiento preventivo del equipo y/o maquinaria, y en el caso de obras mediadas y grandes contar con procedimientos de seguridad. Los requerimientos de la norma se encuentran inmersos en la etapa 2 de aplicación y transferencia del conocimiento, cubiertas por las herramientas de la elaboración del análisis de seguridad en el trabajo mismo que genera un procedimiento de trabajo seguro; por otro lado, para cubrir el requerimiento de la revisión y mantenimiento preventivo del equipo se ha propuesto las inspecciones planeadas del equipo, maquinaria y equipo como instrumento proactivo a las condiciones inseguras.

Por último, las limitaciones de este estudio se mencionan a continuación: el instrumento fue aplicado únicamente al estado de Hidalgo a 31 empresas constructoras, en las cuales se aplicó un cuestionario al líder de seguridad y 1 cuestionario al trabajador. Otra limitación fue que en la muestra no se incluyeron a los micros empresas por falta de tiempo.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES**

#### **5.1 Conclusiones de los objetivos específicos**

- Analizar las estrategias proactivas de seguridad laboral que ayudan a cubrir las necesidades dinámicas del sector de la construcción.

Las estrategias de seguridad que ayudan a reducir los accidentes relacionados con el trabajo en la industria de la construcción son los reportes de los casi accidentes, programas de auditoría, inspecciones de seguridad del proveedor, observación basada en el comportamiento (Hallowell, Hinze, Baud y Wehle, 2013), programa de observación de trabajador a trabajador (Hinze, Hallowell y Baud, 2013) y el análisis de seguridad en el trabajo (Hallowell, 2011). Estas estrategias han sido seleccionadas y utilizadas en el modelo de gestión de conocimiento evaluado, clasificándolas dentro de las etapas de gestión del conocimiento de seguridad ocupacional; Por lo tanto, se alcanzó este objetivo específico.

- Investigar los modelos de mayor impacto la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional en el sector de la construcción.

La falta de gestión del conocimiento es una de las causas de los accidentes en la industria de la construcción. Los documentos relacionados con la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional presentados en la literatura no mostraron los elementos necesarios en cada etapa de gestión del conocimiento (Grover y Froese, 2016; Shirouyehzad, Mokhatab y Berjis, 2017) y esos documentos no estaban relacionados con el sector de la construcción.

La investigación identifico un modelo de la gestión del conocimiento en seguridad laboral, el cual propone estrategias para la mejora de la gestión del conocimiento en seguridad laboral en la industria de la construcción, a través de un estudio de caso (Hallowell, 2011). Hallowell identifico que las organizaciones tienen una relación

positiva entre el desempeño de seguridad y las estrategias efectivas de la administración de seguridad ocupacional a través de la Tasa de Modificación de la Experiencia (EMR), mostrando que las empresas con un EMR <1.00 tienen alto rendimiento de seguridad.

Con lo anterior hemos alcanzado el objetivo de investigar los modelos de mayor impacto en la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional en el sector de la construcción.

- Identificar los factores ambientales del sector de la construcción que afectan la seguridad laboral.

Dado las afectaciones que genera los accidentes laborales en el sector de la construcción, es importante entender como diversos factores contextuales del lugar de trabajo y las condiciones de trabajo influye en los resultados de seguridad y salud en el trabajo. Los accidentes en el sitio de construcción no se atribuyen únicamente a las prácticas laborales inseguras de los trabajadores (Choudhry y Dongping, 2008).

El sector de la construcción presenta factores ambientales únicos: condiciones de trabajo en espacio abierto, fuerte influencia por el clima, trabajo móvil y dinámico (Wirahadikusumah, 2006), condiciones inciertas (Gurcanli, y Mungen, 2009), la intensidad del trabajo y la singularidad de los productos finales (Swueste P. 2012), características peligrosas y cambios impredecibles (Maryani, Wignjosoebroto y Partiw, 2015) y es considerada la industria que más demanda condiciones físicas de trabajo (Laitinen, Paivarinta, 2010). Además se identificó los factores de mayor riesgo en el sector de la construcción (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Riesgos potenciales en el sector de la construcción

| Posición | Factor de riesgo        | Grado de riesgo |
|----------|-------------------------|-----------------|
| <b>1</b> | Ruido                   | 28524           |
| <b>2</b> | Sobreesfuerzo           | 23075           |
| <b>3</b> | Temperaturas extremas   | 21942           |
| <b>4</b> | Movimientos repetitivos | 20478           |
| <b>5</b> | Caída de alturas        | 20475           |

Fuente: Urquijo y Palacio, 2015

De lo anterior se concluye que los factores ambientales del sector de la construcción fueron identificados, cumpliendo con ello el objetivo.

- Analizar cuáles son los elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que influyen en los factores ambientales del sector.

El objetivo ha sido alcanzado mediante el análisis de los elementos de la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional que influyen en los factores ambientales: la adquisición del conocimiento de las fuentes externas, la adquisición del conocimiento de las fuentes internas, la transferencia y la aplicación del conocimiento, y por último el almacenamiento del conocimiento.

La variable de la adquisición del conocimiento de fuentes externas considero los siguientes elementos: STPS, OSHA, la ficha técnica de las herramientas, maquinaria y equipo, la ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, curso con los proveedores y el benchmarking seguridad laboral.

La variable de la adquisición del conocimiento de las fuentes internas incluye los siguientes elementos: reporte de los accidentes, el reporte de las condiciones del medio ambiente de trabajo, el reporte de los casi accidentes, el informe de la observación del comportamiento, reporte de las auditorías y el reporte de las auto-inspecciones de la herramienta, la maquinaria y el equipo.

La variable de la transferencia y aplicación del conocimiento considero a: los comités de seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, tableros de publicación, juntas de seguridad, la capacitación de seguridad, la comunicación supervisor-trabajador, la comunicación informal entre trabajadores, elaboración de las herramientas de seguridad en equipos de trabajo, el involucramiento de los trabajadores en la elaboración y aplicación de las herramientas de seguridad de los indicadores líderes como: el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, la seguridad basa en la observación del comportamiento, las auto inspecciones, el layout de puntos de críticos de control en sitio

La variable almacenamiento considero que es importante el resguardo de los elementos de seguridad generados en el proyecto como: el análisis de seguridad en el trabajo, los procedimientos de trabajo seguro, ficha técnica de los equipos móviles, la maquinaria y equipo, ficha técnica del equipo de protección personal, la hoja de seguridad de los materiales, el análisis de los accidentes, el análisis de los casi accidentes, el análisis de la observación del comportamiento, el análisis de los check list de las autoinspecciones y layout de los puntos críticos donde se incrementó el riesgo.

- Analizar qué indicadores de desempeño de seguridad son utilizados en la gestión del conocimiento para mejorar los factores ambientales de seguridad.

Se identificaron las estrategias de seguridad ocupacional que ayudan en la reducción de los accidentes, analizando que dentro de esta estrategias se encuentran indicadores de desempeño de seguridad, tanto indicadores líderes con señales de alarma previo al accidente e indicadores rezagados que permiten aprender del evento no deseado (Tabla 5.2). Por lo tanto, con este análisis se alcanzó el objetivo de analizar los indicadores de desempeño de seguridad utilizados en la gestión del conocimiento.

Tabla 5.2 Tabla de identificación de indicadores de desempeño de seguridad en el modelo

| Identificación de los indicadores de desempeño de seguridad que se encuentra en la etapa de la adquisición del conocimiento en fuentes externas |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Estrategia</b>                                                                                                                               | <b>Indicador de desempeño</b> |
| Benchmarking                                                                                                                                    | Indicador líder               |
| Identificación de los indicadores de desempeño de seguridad que se encuentra en la etapa de la adquisición del conocimiento en fuentes internas |                               |
| <b>Estrategia</b>                                                                                                                               | <b>Indicador de desempeño</b> |
| Reporte de incidentes                                                                                                                           | Indicador rezagado            |
| Reporte de la observación del comportamiento                                                                                                    | Indicador líder               |
| Reporte del checklist de las auto inspecciones a la maquinaria                                                                                  | Indicador líder               |
| Reporte de checklist de las auto inspecciones al equipo                                                                                         | Indicador líder               |
| Reporte del checklist de las auto inspecciones a la herramienta                                                                                 | Indicador líder               |
| Auditoría                                                                                                                                       | Indicador líder               |

| Identificación de los indicadores de desempeño de seguridad que se encuentra en la etapa de transferencia y aplicación del conocimiento |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Estrategia</b>                                                                                                                       | <b>Indicador de desempeño</b> |
| Comunicación                                                                                                                            | Indicador líder               |
| Indicador líder                                                                                                                         | Indicador líder               |
| Indicador líder                                                                                                                         | Indicador líder               |
| Procedimiento de trabajo seguro                                                                                                         | Indicador líder               |
| La observación del comportamiento                                                                                                       | Indicador líder               |
| Las autoinspecciones                                                                                                                    | Indicador líder               |
| Planeación del lay out                                                                                                                  | Indicador líder               |
| Identificación de los indicadores de desempeño de seguridad que se encuentra en la etapa de el almacenamiento del conocimiento          |                               |
| <b>Estrategia</b>                                                                                                                       | <b>Indicador de desempeño</b> |
| Análisis de los accidentes                                                                                                              | Indicador rezagado            |
| Análisis de seguridad en el trabajo                                                                                                     | Indicador líder               |
| Procedimiento de trabajo seguro                                                                                                         | Indicador líder               |
| Análisis de los casi accidentes                                                                                                         | Indicador líder               |
| Análisis de la observación del comportamiento                                                                                           | Indicador líder               |
| Análisis de las auto inspecciones                                                                                                       | Indicador líder               |
| El layout de los puntos críticos de control                                                                                             | Indicador líder               |

Fuente: Elaboración propia (2017).

## 5.2 Conclusiones del objetivo general

Determinar los elementos del modelo de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional que evite la pérdida de conocimiento, cubra las necesidades dinámicas del sector de la construcción y ayude a mejorar los factores ambientales y los factores técnicos del sector de la construcción.

El objetivo general de esta investigación se alcanzó a través de la identificación de las etapas de la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional que influyen en los factores ambientes y los factores técnicos del sector de la construcción, mediante el análisis de los elementos que constituyen cada etapa como estrategia para la reducción de accidentes, por lo tanto, se generó un modelo de la gestión del conocimiento de seguridad ocupacional en el sector de la construcción.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que los elementos de la gestión del conocimiento como la adquisición del conocimiento de fuentes externas, la adquisición del conocimiento de fuentes internas, la transferencia y aplicación del conocimiento así como el almacenamiento del conocimiento, influyen positivamente en los factores ambientales y en los factores técnicos del sector de la construcción.

Este modelo propone adquirir información y generar conocimiento para detener la recurrencia de accidentes y evitar la pérdida de aprendizaje después de cada proyecto. Este documento aclara los elementos de seguridad ocupacional requeridos en cada etapa de la gestión del conocimiento en el sector de la construcción. Algunos de los ítems son indicadores de desempeño en seguridad ocupacional tanto indicadores líderes como indicadores rezagados.

La gestión del conocimiento de seguridad ocupacional en el trabajo en el sector de la construcción tiene un efecto positivo en los factores ambientales y los factores técnicos, por lo tanto cada estrategia propuesta en las etapas generan un ambiente de trabajo seguro.

### **5.3 Consideraciones finales**

La aplicación de este modelo conlleva responsabilidades de las personas activas en los proyectos de construcción, por su parte, la administración debe gestionar el conocimiento para que sea utilizado durante las actividades del proyecto y promover la generación de nuevos conocimientos proactivos para la prevención de los accidentes, por otro lado debe resguardar el conocimiento de seguridad ocupacional adquirido durante el proyecto buscando sea de utilidad en nuevos proyectos.

Hallowell et al., 2013 ha propuesto los compromisos que se adquieren para la aplicación de las estrategias que permitan la reducción de los accidentes (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Compromisos de los participantes  
en el proyecto para la reducción de los accidentes

| <b>Medida proactiva</b>                    | <b>Plan de acción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reporte de los casi accidentes</b>      | El equipo de gestión del proyecto debe supervisar el programa de informes de los casi accidentes para asegurar su éxito, comunicar públicamente las expectativas de informes a todos los empleados, reconocer a los empleados que participan y comunicar las medidas correctivas tomadas como resultado del informe del casi-accidente.                                 |
| <b>Involucramiento de los trabajadores</b> | El equipo debe abordar la participación de cada miembro en las actividades de seguridad en el terreno en sus reuniones regulares. Cuando la participación es deficiente por parte de uno o más miembros, se pueden reiterar los objetivos y se pueden ofrecer sugerencias sobre cómo aumentar el nivel de la participación en las actividades de seguridad en el campo. |
| <b>Observación del comportamiento</b>      | El equipo de gestión del proyecto debe hacer un seguimiento de la entrada de datos y de los informes, y conectar dichas actividades con las evaluaciones de rendimiento.                                                                                                                                                                                                |
| <b>Programa de auditoría</b>               | Las expectativas deben comunicarse al personal de campo y el progreso debe medirse semanalmente. El equipo de gestión del proyecto debe construir y mantener una presencia de campo visible. Los resultados de auditoría deben comunicarse semanalmente a los empleados del proyecto.                                                                                   |

Fuente: Hallowell, 2013.

Todos los actores en el proyecto de la construcción deben cumplir con sus responsabilidades para el funcionamiento del modelo de la gestión del conocimiento tanto para los actores externos como el gobierno, los clientes y los proveedores; como para los actores internos como los contratistas, la gerencia superior, la gerencia media y los trabajadores (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Responsabilidades de los actores para la gestión de la seguridad en el sector de la construcción

| ACTORES EXTERNOS                                                        |                                                                                                                                | ACTORES INTERNOS                                                           |                              |                                                                                                                                                                |                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Gobierno</b>                                                         | <b>Proveedores</b>                                                                                                             | <b>Contratistas</b>                                                        | <b>Gerencia Superior</b>     | <b>Gerencia Media<br/>(líder de seguridad)</b>                                                                                                                 | <b>Trabajadores</b>                          |
| <b>Clientes</b>                                                         |                                                                                                                                |                                                                            |                              |                                                                                                                                                                |                                              |
| <b>Organizaciones<br/>grandes</b>                                       |                                                                                                                                |                                                                            |                              |                                                                                                                                                                |                                              |
| Capacitación e identificación de riesgos                                |                                                                                                                                |                                                                            |                              |                                                                                                                                                                |                                              |
| Efectiva comunicación entre todos los actores                           |                                                                                                                                |                                                                            |                              |                                                                                                                                                                |                                              |
| Proporcionar prioridad en las primas de seguro y sistemas de licitación | Proporcionar información de seguridad: Hoja de seguridad de los materiales, ficha técnica de herramienta, maquinaria y equipo. | Evaluación constante de los riesgos operativos y comunicarlo a su personal | Compromiso con la seguridad. | Priorizar análisis de riesgo en actividades de:<br><br>Demolición para la remodelación.<br><br>Diseño complejos.<br><br>Construcción en multinivel en alturas. | Evaluación constante a los riesgos expuestos |

|  |  |  |                                         |                                                                                                                                  |                                                                     |
|--|--|--|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |                                         | Operación de equipo móvil y maquinaria pesada.                                                                                   |                                                                     |
|  |  |  | Limitar las capas de la subcontratación | <p>Priorizar supervisión en trabajadores Temporales.</p> <p>Menores de 1 año de experiencia.</p> <p>Edad entre 25 y 44 años.</p> | Aplicar los procedimientos de seguridad.                            |
|  |  |  |                                         | En horarios de 14-18 y 21 -22 horas                                                                                              | Aplicar las herramientas proactivas que ha implementado la compañía |
|  |  |  |                                         | Monitorear y responder a los niveles de stress.                                                                                  | Reportar los casi accidentes y accidentes de trabajo                |

Las etapas del modelo de la gestión del conocimiento en seguridad laboral pueden utilizarse como un plan sistemático para reutilizar la información y aprender de las lesiones considerando los proyectos anteriores.

Como futuras investigaciones se propone las siguientes:

- a) Analizar que otros factores organizacionales son afectados por los elementos de la gestión del conocimiento.
- b) Analizar que otros elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional influyen en los factores ambientales y los factores técnicos.
- c) Analizar en qué factores organizacionales influyen los factores ambientales, además del factor técnico.
- d) Analizar y evaluar las estrategias de seguridad ocupacional que reducen los accidentes laborales en las micro empresas en el sector de la construcción, ya que debido al tiempo de la investigación no se consideraron dichas empresas.
- e) Analizar el efecto de aplicar las estrategias de desempeño proactivas en los horarios de los accidentes mortales (15:00 a 16:00 horas y 21:00 a 22:00 horas según Camino, et al., 2011).
- f) Analizar la aplicación de las etapas del aprendizaje a los indicadores de desempeño de seguridad ocupacional.
- g) Analizar la relación entre el uso de los indicadores de desempeño y los nuevos riesgos emergente en el sector indicados por Takala (2014), como los nuevos riesgos (nanotecnologías), las nuevas industrias (los empleos verdes) y la combinación de riesgos antiguos y nuevos (exposiciones combinadas).
- h) Analizar la estandarización de los registros de los accidentes y enfermedades laborales en todos los países.

## REFERENCIAS

1. Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 25(1), 107-136.
2. Alavi, M. y Denford, J. (2011). Knowledge management: Process, practice and web2.0. In M. Easterby-Smith y M. Lyles (Eds.), *Handbook of Organizational Learning and Knowledge Management* (pp. 105–124). Chichester: Wiley
3. Alvero, A. M., Rost, K., & Austin, J. (2008). The safety observer effect: The effects of conducting safety observations. *Journal of Safety Research*, 39(4), 365-373.
4. Abu Bakar, A. H., Yusof, M. N., Tufail, M. A., & Virgiyanti, W. (2016). Effect of knowledge management on growth performance in construction industry. *Management Decision*, 54(3), 735-749.
5. Adhikari P. (2015). Error and Accidents in workplace. *Profesional Paper. Sigurnost* 57 (2) 127 -137.
6. Agnew, J., & Daniels, A. (2011). Developing high-impact leading indicators for safety. ADI, Atlanta, GA, <http://aubreydaniels.com/sites/aubreydaniels.com/pmezine/files/user/6/Developing-HighImpact-Leading-Indicators-for-Safety.pdf> (accessed November 1, 2015).
7. Agnew, J., (2013). The Leading Indicator Journey. Post for Safety Cary, Predictive Solutions. Oakdale, PA. <http://www.predictivesolutions.com/safetycary/theleading-indicator-journey/>
8. Alberta Government and Work Safe Alberta (2015). The leading indicators for workplace health and Safety: a user guide”. Government of Alberta, Jobs, Skills, Training and Labour.
9. Andriulo, S., Gnoni, M. G., & Duraccio, V. (2015). Using accident precursor events for supporting a dynamic risk analysis at lean workplace.
10. Arocena, P., Nunez, I., (2010). An empirical analysis of the effectiveness of occupational health and safety management systems in SMEs. *International Small Business Journal* 28 (4), 398–419.
11. Baybutt, P. (2013). The role of people and human factors in performing process hazard analysis and layers of protection analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26, 1352-1365.

12. Bhatt, G. D. (2001). Knowledge management in organisations: Examining the interaction between technologies, techniques and people. *Journal of Knowledge Management*, 5 (1), 68–75.
13. Bender, S., & Fish, A. (2000). The transfer of knowledge and the retention of expertise: the continuing need for global assignments. *Journal of knowledge management*, 4(2), 125-137.
14. Bureau of Labor statistics BLS (2015). Employer-reported workplace injuries and illness. Department of Labour, United States of America.
15. Bureau of Labor Statistics. (2016). “Census of fatal occupational injuries charts, 1992–2014 (revised data).” <http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0013.pdf> (Mar. 7, 2017).
16. Bahn S. y Barrat-Pugh (2012a). Emerging issues of Health and Safety training delivery in Australia Quality and transferability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 62 () 213 – 222. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.035
17. Bahn S. y Barrat-Pugh (2012b). Evaluation of the mandatory construction induction training program in Western Australia: Unanticipated consequences. *Evaluation and Program Planning* 35 () 337–343. doi:10.1016/j.evalprogplan.2011.11.006.
18. Baldwin, T. and Ford, J. (1988), “Transfer of training: a review and directions for future research”, *Personnel Psychology*, Vol. 41 No. 1, pp. 63-105.
19. Ballina F., 2015. Ventajas competitivas de la flexibilidad numérica en micro, pequeñas y medianas empresas del Distrito Federal. *Revista Problemas del Desarrollo*, 183 (46). <http://dx.doi.org.ezproxy.cdigital.uv.mx:2048/10.1016/j.rpd.2015.10.008>
20. Barke, R., Jenkins-Smith, H., & Slovic, P. (1997). Risk perceptions of men and women scientists. *Social Science Quarterly*, 78, 167–176.
21. Battaglia, M., Passetti, E., Frey, M., (2015). Occupational health and safety management in municipal waste companies: a note on the Italian sector. *Safety Science*. 72, 55–65.
22. Baybutt, P. (2013). The role of people and human factors in performing process hazard analysis and layers of protection analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26(6), 1352-1365.
23. Baybutt, P. (2014). Requirements for improved process hazard analysis (PHA) methods. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 32, 182-191.
24. Bencardino, C. M. (2012). Estadística y muestreo. Ecoe ediciones, 900 p.

25. BLS 2014. Fatal occupational injuries involving contractors, 2011. Monthly labor review. February. Recuperado de <https://www.bls.gov/opub/mlr/2014/article/pdf/fatal-occupational-injuries-involving-contractors-2011.pdf>
26. Brahm, F. and Singer, M. (2013) Is more engaging safety training always better in reducing accidents? Evidence of self-selection from Chilean panel data. *Journal of Safety Research*, vol. 47, pp. 85-92
27. Brinia y Efstathiou (2012). Evaluation of factors affecting training transfer on safety in the workplace: a case study in a big Factory in Greece. *Industrial and commercial training* 4 (4). 223-231. DOI 10.1109/00197851211231496.
28. Broad, m. (2005), *Beyond Transfer of Training: Engaging Systems to Improve Performance*, Pfeiffer, San Francisco, CA.
29. Bureau of labor statistics U.S. Department of Labor, (2014). Employer-reported workplace injuries and illnesses. USDL-15-2086. New Release. <http://www.bls.gov/news.release/pdf/osh.pdf>
30. Burke, M. J., Scheurer, M. L., & Meredith, R. J. (2007). A dialogical approach to skill development: The case of safety and health skills. *Human Resource Management Review*, 17, 235–250.
31. Burke, M. J., Salvador, R. O., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Smith, A., & Sonesh, S. (2011). The dread factor: How hazards and safety training influence learning and performance. *Journal of Applied Psychology*, 96(1), 46-70.
32. Byrne, J., van der Meer, M., (2001). The construction industry in Spain: flexibilisation and other corporatist illusions. In: *International Conference on Structural Change in the Building Industry's Labour Market. Working Relations and Challenges in the Coming Years*. Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen, Germany.
33. Cadieux, J., Roy, M., & Desmarais, L. (2006). A preliminary validation of a new measure of occupational health and safety. *Journal of Safety Research*, 37(4), 413-419.
34. CMIC (2013). Los retos de la infraestructura en México. México sustentable. *Infraestructura de Clase Mundial*. 1-90. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016 de <http://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2013/Retos.pdf>
35. CMIC (2011). Encuesta de sueldos y prestaciones de la industria de la construcción.
36. Cambraia, F. B., Saurin, T. A., & Formoso, C. T. (2010). Identification, analysis and dissemination of information on near misses: A case study in the construction industry. *Safety Science*, 48(1), 91-99.

37. Camino M., Fontaneda I., González O., Ritzel D., (2011). The especial severity of occupational accidents in the afternoon: "The lunch effect". *Accident analysis and prevention* 43 (3) 1104 -1116. doi:10.1016/j.aap.2010.12.019.
38. Cano P., Orue F., Martínez J., Mayett Y., López N., 2015. Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración* 60 (1), 181-203. [http://dx.doi.org.ezproxy.cdigital.uv.mx:2048/10.1016/S0186-1042\(15\)72151-0](http://dx.doi.org.ezproxy.cdigital.uv.mx:2048/10.1016/S0186-1042(15)72151-0)
39. Carlos- Rivera, F., Aguilar- Madrid, G., Gómez- Montenegro, P. A., Juárez- Pérez, C. A., Sánchez- Román, F. R., Montandon, D., & Borja- Aburto, V. H. (2009). Estimation of health- care costs for work- related injuries in the Mexican Institute of social security. *American journal of industrial medicine*, 52(3), 195-201
40. Carrillo, P., and Chinowsky, P. (2006). "Exploiting KM: The engineering and construction perspective." *J. Manage. Eng.*, 22(1), 2–10.
41. Carrillo J., Rubio J., Onieva L., López A., (2014). The Causes of Severe Accidents in Andalusian manufacturing Sector: The Role Of human Factor in Official Accidente investigations. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*.
42. Castañeda, D. I. y Fernández, M. (2007). From individual learning to organizational learning. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 5(4), 363–372.
43. Castañeda D. I. (2014). Condiciones para el aprendizaje organizacional. *Estudios Gerenciales* 31, 62-67. Doi.org/10.1016/j.estger.2014.09.003.
44. Chao, E.L., Henshaw, J.L., (2002). *Job Hazard Analysis*. OSHA Publication 3071 2002 (Revised). Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor, Washington.
45. Chang, C. L. H., & Lin, T. C. (2015). The role of organizational culture in the knowledge management process. *Journal of Knowledge Management*, 19(3), 433-455.
46. 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.
47. Chenga Ch., Leub S., Chenge Y., Wud T., Lin Ch., (2012). Applying data mining techniques to explore factors contributing to occupational injuries in Taiwan's construction industry. *Accident Analysis and Prevention* 48 (2012) 214– 222. doi:10.1016/j.aap.2011.04.014.
48. Chiang, Y. H., Wong, F. K. W., & Liang, S. (2017). Fatal Construction Accidents in Hong Kong. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(3), 04017121.

49. Choi, G. H. (2017). Effectiveness of direct safety regulations on manufacturers and users of industrial machines: its implications on industrial safety policies in Republic of Korea. *Safety and health at work*, 8(1), 59-66.
50. Choudhry, R. M. (2014). Behavior-based safety on construction sites: A case study. *Accident Analysis & Prevention*, 70, 14-23.
51. Choudhry R., Dongping F. (2008). Why operatives engage in unsafe work behavior: Investigating factors on construction sites. *Safety Science* 46, 566–584. doi:10.1016/j.ssci.2007.06.027.
52. Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., and Burke, M. J. (2009). Workplace safety: a meta-analysis of the roles of person and situation factors. *Journal of Applied Psychology*, 94(5), 1103-1127.
53. Chua, D. K., & Goh, Y. M. (2004). Incident causation model for improving feedback of safety knowledge. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(4), 542-551.
54. Chua, D.K.H., Goh, Y.M., (2005). Poisson model of construction incident occurrence. *Journal of Construction Engineering and Management* 131, 715–722.
55. Cooke, T., Lingard, H., Blismas, N., and Stranieri, A. (2008). “The development and evaluation of a decision support tool for health and safety in construction design.” *Eng. Construct. Architect. Manage.*, 15(4), 336–351.
56. Cooper, D., (2001). Improving safety culture: a practical guide. *Applied Behavioural Sciences*. Recuperado 27 Abril 2017: [http://behavioural-safety.com/articles/Improving\\_safety\\_culture\\_a\\_practical\\_guide.pdf](http://behavioural-safety.com/articles/Improving_safety_culture_a_practical_guide.pdf)
57. Cooper, M. & Cotton, D. (2012). Safety training a special case? *Journal of European Industrial Training*, 24(9), 481-490.
58. Cournoyer, M. E., Miller, J. J., Stafford, D. C., & Norman, R. A. (2012). Safety observations: How a national laboratory uses BBS to improve its emergency program. *Professional Safety*, 57(10), 62-68.
59. Competitive Strategy: techniques for analysing industries and competitors, Free Press, New York, 1980
60. Construction Industry Institute. RR301-11 – Using Near Miss Reporting to Enhance Safety Performance. Recuperado 12.07.2016 de [https://www.construction-institute.org/scriptcontent/more/rr301\\_11\\_more.cfm](https://www.construction-institute.org/scriptcontent/more/rr301_11_more.cfm)

61. Cusato, S., Tavolaro, P., & de Oliveira, C. A. F. (2012). Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Points System in the Food Industry: Impact on Safety and the Environment. *Novel Technologies in Food Science*, 21-37.
62. Cruz-Rivera, R., & Ertel, J. (2009). Reverse logistics network design for the collection of end-of-life vehicles in Mexico. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 930-939.
63. Croucher, R., Stumbitz, B., Quinlan, M., & Vickers, I. (2013). Can better working conditions improve the performance of SMEs? An international literature review.
64. Dickel, D. G., & de Moura, G. L. (2016). Organizational performance evaluation in intangible criteria: a model based. *RAI Revista de Administração e Inovação* (13) 211–220.
65. Drupsteen, L., & Wybo, J. L. (2015). Assessing propensity to learn from safety-related events. *Safety science*, 71, 28-38.
66. Darshana, W. D. (2017). Improvement of Health and Safety in Construction Sites in Sri Lanka. *Engineer: Journal of the Institution of Engineers, Sri Lanka*, 50(1).
67. Diario Oficial de la Federación, (2005). Reglamento de la ley del seguro social en materia de afiliación, clasificación de empresas, recaudación y fiscalización Nuevo Reglamento. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LSS\\_MACERF.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LSS_MACERF.pdf)
68. Dong, X., Entzel, P., Men, Y., Chowdhury, R. & Schneider, S. (2004). Effects of safety and health training programs on work-related injury among construction labourers. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 46, 1222-1228.
69. Dulaimi, M. F., & Shan, H. G. (2002). The factors influencing bid mark-up decisions of large-and medium-size contractors in Singapore. *Construction Management & Economics*, 20(7), 601-610.
70. Easterby-Smith, M. y Lyles, M. (2003). The evolving field of organizational learning and knowledge management. In M. Easterby-Smith y M. Lyles (Eds.), *Handbook of Organizational Learning and Knowledge Management* (1-20). Chichester: Wiley.
71. Economic Commission for Latin America (2010). Growth prospects for Latin American Data Of CEPAL Consulta Mitofsky. Disponible en: [www.consulta.com.mx](http://www.consulta.com.mx)
72. Echeverri U., Yepes D., (2011). Factores de riesgo en obras de construcción del área metropolitana del valle de Aburrá. *Revista politécnica* ISSN 1900-2351, Año 7, Número 12. 72

73. El-Hofi, M., El-Tanboly, E. S., & Ismail, A. (2010). Implementation of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) system to UF white cheese production line. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 9(3), 331-342.
74. Endroyo B., Yuwono B., Mardapi D., Soenarto. (2015). Model of learning/training of Occupational Safety & health (OSH) base don industry in the construction industry. *Procedia Engineering* 125 () 83 – 88, Doi: 10.1016/j.proeng.2015.11.013.
75. Entec UK Ltd., (2000). Construction Health and Safety for the New Millennium. HSE Contract Research Report 313/2000, HSE.
76. European Agency for Safety and Health at Work (s/f): “Economic Impact of Occupational Safety and Health in the Member States of the European Union.” Available at <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/302> (accessed May 16, 2013).
77. Esmi, R., & Ennals, R. (2009). Knowledge management in construction companies in the UK. *AI & society*, 24(2), 197-203.
78. Eurostat statistics explained (2015). Accidents at work statistics. Recuperado de [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Accidents\\_at\\_work\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Accidents_at_work_statistics).
79. Fang, D., & Wu, H. (2013). Development of a Safety Culture Interaction (SCI) model for construction projects. *Safety science*, 57, 138-149.
80. Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., & Vázquez-Ordás, C. J. (2009). Relation between occupational safety management and firm performance. *Safety science*, 47(7), 980-991.
81. Ferris, G. R., Davidson, S. L., and Perrewé, P. L. (2005b). “Political skill at work: Impact on work effectiveness.” Davies-Black Publishing, Mountain View, CA.
- Floyde, A., Lawson, G., Shalloe, S., Eastgate, R., & D’Cruz, M. (2013). The design and implementation of knowledge management systems and e-learning for improved occupational health and safety in small to medium sized enterprises. *Safety science*, 60, 69-76.
82. Floyde, A., Lawson, G., Shalloe, S., Eastgate, R., & D’Cruz, M. (2013). The design and implementation of knowledge management systems and e-learning for improved occupational health and safety in small to medium sized enterprises. *Safety science*, 60, 69-76
83. Ford, J. and Weissbein, D. (1997). “Transfer of training: an updated review and analysis”, *Performance Improvement Quarterly*, Vol. 10 No. 2, pp, 22-41.
84. Geller, E. S., Perdue, S. R., and French, A. (2004). “Behavior-based safety coaching: 10 guidelines for successful application.” *Prof. Saf.*, 49(7), 42–49.

85. Gillen, M., Baltz, D., Gassel, M., Kirsch, L. & Vaccaro, D. (2000). Perceived safety climate, job demands, and co-worker support among unión and non-union injured construction workers. *Journal of Safety Research*, 33, 33-51.
86. Glenn D., 2011. Job safety analysis Its Role Today. *Professional Safety*. 48-57.
87. Global Construction Perspectives and Oxford Economics. (2009). Global construction 2020 A Global forecast for the construction industry over the next decade to 2020. Recuperado de <https://wcoeusa.org/sites/default/files/RICSGlobalConstructionForecast2020%5B1%5D.pdf>
88. Global Safety Index (2014). Insights. Earthmover & Civil contractor Awards 2014 Final Winner Occupational Health & Safety achievement award.
89. Goh, Y. M., & Chua, D. (2013). Neural network analysis of construction safety management systems: A case study in Singapore. *Construction Management and Economics*, 31(5), 460-470
90. Goh, Y. M., & Chua, D. (2013). Neural network analysis of construction safety management systems: a case study in Singapore. *Construction Management and Economics*, 31(5), 460-470.
91. Gómez, Octavio; Sesma, Sergio; Becerril, Víctor; Knaul, Felicia; Arreola, Héctor; Frenk, Julio; (2011). Sistema de salud de México. Artículo de revisión. *Salud pública Méx* vol.53 supl.2 Cuernavaca. ISSN 0036-3634
92. Gonzalez-Delgado, M., Gómez-Dantés, H., Fernández-Niño, J. A., Robles, E., Borja, V. H., & Aguilar, M. (2015). Factors associated with fatal occupational accidents among Mexican workers: a national analysis. *PloS one*, 10(3), e0121490.
93. Grant, R. M. (2013). Reflections on knowledge-based approaches to the organization of production. *Journal of Management & Governance*, 17(3), 541-558.
94. Greenberg, M. R., & Schneider, D. F. (1995). Gender differences in risk perception: Effects differ in stressed vs. non-stressed environments. *Risk Analysis*, 15, 503-511.
95. Gressgård, L. J. (2014). Knowledge management and safety compliance in a high-risk distributed organizational system. *Safety and health at work*, 5(2), 53-59.
96. Grover, R., & Froese, T. M. (2016). Knowledge Management in Construction Using a SocioBIM Platform: A Case Study of AYO Smart Home Project. *Procedia Engineering*, 145, 1283-1290.

97. 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.
98. Guo, B. H., & Yiu, T. W. (2015). Developing leading indicators to monitor the safety conditions of construction projects. *Journal of Management in Engineering*, 32(1), 04015016.
99. Gyekye, S.A., Salminen, S., (2009). Educational status and organizational safety climate: does educational attainment influence workers' perceptions of workplace safety? *Saf. Sci.* 47 (1), 20–28.
100. Hallowell, M. (2010). Cost- effectiveness of construction safety programme elements. *Construction Management and Economics*, 28(1), 25-34.
101. Hallowell, M. R. (2011). Safety-knowledge management in American construction organizations. *Journal of Management in Engineering*, 28(2), 203-211.
102. Hallowell, M. R., Hinze, J. W., Baud, K. C., & Wehle, A. (2013). Proactive construction safety control: Measuring, monitoring, and responding to safety leading indicators. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10), 04013010-1-04013010-8.
103. Handzic, M., (2006). Knowledge management in SMEs. *CACCI Journal* 1, 1–11.
104. Health and Safety Executive HSE (2009). Application of Performance Indicators in the Explosives Sectors. Health and Safety Executive. HSE Books.
105. Heinrich, H.W. (1959). *Industrial Accidents Prevention*. McGraw-Hill, New York.
106. Hinze, J. (2002). Making Zero Injuries a Reality. A Report to the Construction Industry Institute, University of Florida, Gainesville, Report 160.
107. Hinze, J., Hallowell, M., & Baud, K. (2013). Construction-safety best practices and relationships to safety performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10), 04013006-1-04013006-8.
108. Hohn, T., Duden, D. (2009). Session No. 501: benchmarking your leading safety indicators to manage jobsite risk [webinar]. In: ASSE Professional Development Conference. <http://members.asse.org/2007/proceedings/2009/docs/501.pdf>
109. Hopkins, A., (2009). Thinking about process safety indicator. *Safety Science* 47 (4), 460-465.

110. Health and Safety Executive; 2015; Health and safety in construction sector in Great Britain, National statistics. Recuperado en: <http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/construction/construction.pdf>
111. Health and Safety Executive (HSE), (2002). Strategies to Promote Safe Behavior as Part of a Health and Safety Management System, Contract Research Report 430/2002, UK.
112. Health and Safety Executive HSE, (2009a). Statistics on Fatal Injuries in the Workplace 2008/09. [www.hse.gov.uk/statistics/fatalinjuries.htm](http://www.hse.gov.uk/statistics/fatalinjuries.htm).
113. Health and Safety Executive HSE, (2009b). Construction Intelligence Report: Analysis of Construction Injury and Ill-health Intelligence. [www.hse.gov.uk/construction/pdf/conintreport.pdf](http://www.hse.gov.uk/construction/pdf/conintreport.pdf)
114. Holman, D. (2000). A dialogical approach to skill and skilled activity. *Human Relations*, 53, 957–980.
115. Holman, D., Pavlica, K., & Thorpe, R. (1997). Rethinking Kolb's theory of experiential learning: The contribution of social constructionism and activity theory.
116. Hollnagel, E. (2008). Risk+ barriers= safety?. *Safety science*, 46(2), 221-229.
117. Holton, E. and Baldwin, T. (2003), *Improving Learning Transfer in Organizations*, Jossey-Bass, San Francisco, CA.
118. Holton, E., Bates, R. and Ruona, W. (2000), "Development and construct of a generalized learning transfer system inventory", *Human Resource Development Quarterly*, Vol. 11 No. 4, pp. 333-60.
119. HSL, (1999). The Impact of Procurement and Contracting Practices on Health and Safety – A Review of Literature. Report: RAS/99/02, HSL.
120. Huang, X., Hinze, J., (2003). Analysis of construction worker fall accidents. *Journal of Construction Engineering and Management* 129, 262–271.
121. Hubbard, E.E., (2004). *The Diversity Scorecard: Evaluating the Impact of Diversity on Organizational Performance*. Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington, MA.
122. Huber B. y Mungaray L. (2017). Los índices de competitividad en México. *Gestión y Política Pública*. Vol. 26 Issue 1, p167-218.
123. Hugenholtz, N.I.R., Schreinemakers, M.A., A-Tjak, M.A., van Dijk, F.J.H., (2007). Knowledge infrastructure needed for occupational health. *Industrial Health* 45, 13–18.

124. Hughes, P., Ferrett, E., (2008). Introduction to health and safety in construction, third ed. Elsevier Ltd., Oxford.
125. Hallowell, M. R. (2011). Safety-knowledge management in American construction organizations. *Journal of Management in Engineering*, 28(2), 203-211.
126. International Labour Office ILO, (2001). The Construction Industry in the Twenty-first Century: its Image, Employment Prospects and Skill Requirements. ILO, Geneva.
127. ILO (2003). World Day for Safety and Health at Work. Safety in numbers: pointers for a global safety culture at work. World Day for Safety and Health at Work, April 28, 2003]. (Geneva).
128. ILO (2009), Health and Safety at Work: A basic human right: World day for safety and health at work.
129. International Labour Office. (2012). Estimating the economic costs of occupational injuries and illnesses in developing countries: essential information for decision-makers. (Geneva).
130. International Labour Organization, (August, 2014). Safety and Health at Work: A vision for Sustainable Prevention: XX World Congress on Safety and Health at Work 2014. Global Forum for Prevention, Frankfurt, Germany.
131. ILO, (2016). Fatal occupational by economic activity. Recuperado DE [http://www.ilo.org/ilostat/faces/oracle/webcenter/portalapp/pagehierarchy/Page27.jspx?subject=OSH&indicator=INJ\\_FATL\\_ECO\\_RT&datasetCode=A&collectionCode=YI&\\_afLoop=228991659066006&\\_afWindowMode=0&\\_afWindowId=5nfao1mxs\\_1#!%40%40%3Findicator%3DINJ\\_FATL\\_ECO\\_RT%26\\_afWindowId%3D5nfao1mxs\\_1%26subject%3DOSH%26\\_afLoop%3D228991659066006%26datasetCode%3DA%26collectionCode%3DYI%26\\_afWindowMode%3D0%26\\_adf.ctrl-state%3D5nfao1mxs\\_45](http://www.ilo.org/ilostat/faces/oracle/webcenter/portalapp/pagehierarchy/Page27.jspx?subject=OSH&indicator=INJ_FATL_ECO_RT&datasetCode=A&collectionCode=YI&_afLoop=228991659066006&_afWindowMode=0&_afWindowId=5nfao1mxs_1#!%40%40%3Findicator%3DINJ_FATL_ECO_RT%26_afWindowId%3D5nfao1mxs_1%26subject%3DOSH%26_afLoop%3D228991659066006%26datasetCode%3DA%26collectionCode%3DYI%26_afWindowMode%3D0%26_adf.ctrl-state%3D5nfao1mxs_45)
132. ILO, (2017). Fatal occupational per 100,000 workers by economic activity (%). Recuperado de [http://www.ilo.org/ilostat/faces/wcnav\\_defaultSelection;ILOSTATCOOKIE=7e8mI9Y05Amh3Gn0ll5mKKSHuxDu\\_JeqCKOaQvJKu8tjIwRUGIfR!1258015975?\\_afLoop=58884354150717&\\_afWindowMode=0&\\_afWindowId=null#!%40%40%3F\\_afWindowId%3Dnull%26\\_afLoop%3D58884354150717%26\\_afWindowMode%3D0%26\\_adf.ctrl-state%3D4vl8k0udq\\_4](http://www.ilo.org/ilostat/faces/wcnav_defaultSelection;ILOSTATCOOKIE=7e8mI9Y05Amh3Gn0ll5mKKSHuxDu_JeqCKOaQvJKu8tjIwRUGIfR!1258015975?_afLoop=58884354150717&_afWindowMode=0&_afWindowId=null#!%40%40%3F_afWindowId%3Dnull%26_afLoop%3D58884354150717%26_afWindowMode%3D0%26_adf.ctrl-state%3D4vl8k0udq_4)

133. IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social). (2015). Memoria estadística 2015. Instituto Mexicano del Seguro Social. Recuperado de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2015>.
134. INEGI, (2013). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
135. INEGI, 2014. Censos Económicos. Construcción. México.
136. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). (2016). Notas Técnicas de Prevención, Grúas móviles autopropulsadas: seguridad. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de <http://insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1066a1077/ntp-1077.pdf>
137. Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (2012). Estadística a propósito de la industria de la construcción. Recuperado de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/economico/a\\_proposi\\_de/Construccion.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/economico/a_proposi_de/Construccion.pdf)
138. Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (2014). Construcción. Censo de población y vivienda. Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/minimonografias/mcons\\_ce2014.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/minimonografias/mcons_ce2014.pdf)
139. Isaac, S., & Edrei, T. (2016). A statistical model for dynamic safety risk control on construction sites. *Automation in Construction*, 63, 66-78.
140. Ismail, F., Hashim, A. E., Zuriea, W., Ismail, W., Kamarudin, H., & Baharom, Z. A. (2012). Behaviour based approach for quality and safety environment improvement: Malaysian experience in the oil and gas industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35, 586-594.
141. Ismail, F., Hashim, A. E., Zuriea, W., Ismail, W., Kamarudin, H., & Baharom, Z. A. (2012). Behaviour based approach for quality and safety environment improvement: Malaysian experience in the oil and gas industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35, 586-594.
142. Ismail, Z., Doostdar, S., & Harun, Z. (2012). Factors influencing the implementation of a safety management system for construction sites. *Safety science*, 50(3), 418-423.

143. Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Szwedzka, K., & Szczuka, M. (2015). Behaviour based intervention for occupational safety—case study. *Procedia Manufacturing*, 3, 4876-4883.
144. JISHA (Japan Industrial Safety and Health Association). (2017). “OSH statistics in Japan.” (<http://www.jisha.or.jp/english/statistics/accidents2010.html>). Japan Industrial Safety and Health Association, (2010). Industrial accidents statistics in Japan. Recuperado en: <http://www.jisha.or.jp/english/statistics/accidents2010.html>
145. Japan Industrial Safety and Health Association (2010). Industrial Accidents Statistics in Japan. Recuperado de <http://www.jisha.or.jp/english/statistics/accidents2010.html>
146. Jitwasinkul, B., & Hadikusumo, B. H. (2011). Identification of important organisational factors influencing safety work behaviours in construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 17(4), 520-528.
147. Jitwasinkul, B., Hadikusumo, B. H., & Memon, A. Q. (2016). A Bayesian Belief Network model of organizational factors for improving safe work behaviors in Thai construction industry. *Safety science*, 82, 264-273.
148. Jørgensen, K. (2011). A tool for safety officers investigating “simple” accidents. *Safety science*, 49(1), 32-38.
149. Jørgensen, K. (2015). Serious work accidents and their causes—an analysis of data from eurostat. *Safety Science Monitor*, 19(2).
150. Kaivo-oja, J. (2012). Weak signals analysis, knowledge management theory and systemic socio-cultural transitions. *Futures*, 44(3), 206-217.
151. Kale, S., & Karaman, A. E. (2012). Benchmarking the knowledge management practices of construction firms. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(3), 335-344.
152. Kale, S., & Karaman, E. A. (2011). Evaluating the knowledge management practices of construction firms by using importance—comparative performance analysis maps. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(12), 1142-1152.
153. Kale, S., & Karaman, E. A. (2012). A diagnostic model for assessing the knowledge management practices of construction firms. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 16(4), 526-537.
154. Kebede, G. (2010). Knowledge management: An information science perspective. *International Journal of Information Management*, 30(5), 416-424.

155. Kim K., (2015). Statistical Approach to design for fall prevention in construction (Tesis de maestría). ProQuest Dissertations Publishing (UMI No. 1587176)
156. Kinn, S., Khuder, S. A., Bisesi, M. S., & Whoolley, S. (2000). Evaluation of safety orientation and training programs for reducing injuries in the plumbing and pipe fitting industry. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 42(11), 1142-1147.
157. Kirwan, B., (2001). Coping with accelerating socio-technical systems. *Safety Science* 37, 77–107.
158. Kirwan, C. (2009), *Improving Learning Transfer: A Guide to Getting More out of What You Put into Your Training*, Gower, Aldershot.
159. Knegtering, B., and Pasman, H. J. (2009). Safety of the process industries in the 21st century: a changing need of process safety management for a changing industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(2), 162-168.
160. Koners, U., & Goffin, K. (2007). Learning from Postproject Reviews: A Cross-Case Analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 24(3), 242-258.
161. Krogh, V.C. (2002), “The communal resource and information systems”, *Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 11 No. 2, pp. 85-107.
162. Labour Department. (2016). “Occupational safety and health statistics: Bulletin issue no. 16 (August 2016).” [http://www.labour.gov.hk/eng/osh/pdf/Bulletin2015\\_EN.pdf](http://www.labour.gov.hk/eng/osh/pdf/Bulletin2015_EN.pdf) (Jun. 5, 2017).
163. Labour Department. (2016). “Occupational safety and health statistics: Bulletin issue no. 16 (August 2016).” [http://www.labour.gov.hk/eng/osh/pdf/Bulletin2015\\_EN.pdf](http://www.labour.gov.hk/eng/osh/pdf/Bulletin2015_EN.pdf) (Jun. 5, 2017).
164. Laitinen, H., & Päivärinta, K. (2010). A new-generation safety contest in the construction industry—a long-term evaluation of a real-life intervention. *Safety Science*, 48(5), 680-686.
165. Lebeau, M., Duguay, P., & Boucher, A. (2014). Costs of occupational injuries and diseases in Québec. *Journal of safety research*, 50, 89-98.
166. Leibowitz, J., (1999). *Knowledge management handbook*. Boca Raton, FL, CRC Press. Cited in Schulte et al., 1994
167. Leveson N. (2004). A new accidente model for engineering safer systems. *Safety Science*. Vol. 42, No. 4. pp. 237-270
168. Ley del Seguro Social (2015). *Diario oficial de la Federación. Càmara de Diputados del H. Congreso de la Unión*.

169. Li, H., Lu, M., Hsu, S. C., Gray, M., & Huang, T. (2015). Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement. *Safety Science*, 75, 107-117.
170. Lin M. (2010). From the editor: Preventing injuries among construction workers. *Journal of safety research* 41 (3) 189. doi:10.1016/j.jsr.2010.04.003.
171. Lindberg, A. K., Hansson, S. O., & Rollenhagen, C. (2010). Learning from accidents—what more do we need to know?. *Safety Science*, 48(6), 714-721.
172. Lingard, H., Hallowell, M., Salas, R., & Pirzadeh, P. (2017). Leading or lagging? Temporal analysis of safety indicators on a large infrastructure construction project. *Safety science*, 91, 206-220.
173. Loughborough University and Milan Polytechnic, (2004). Health and Safety in Refurbishment Involving Demolition and Structural Instability. HSE Research Report 204, HSE.
174. Loughborough University and UMIST, (2003). Causal Factors in Construction Accidents. HSE Research Report 156, HSE.
175. Loughborough University, (2000). Focus Group Analysis. Draft Report to HSE.
176. Loughborough University, (2006). Avoiding Structural Collapses in Refurbishment – A Decision Support System. HSE Research Report 204, HSE.
177. Loughborough University, (2009). Phase 2 Report: Health and Safety in the Construction Industry: Underlying Causes of Construction Fatal Accidents – External Research, HSE.
178. Lu Yi, Marais, K., Shu-guang Z., (2014). Conceptual modeling of training and organizational risk dynamics. *ScienceDirect. Procedia Engineering*. pp. 313-328.
179. Machin, M. and Fogarty, G. (1997), ‘‘The effects of self-efficacy, motivation to transfer, and situational constraints on transfer intentions and transfer of training’’, *Performance Improvement Quarterly*, Vol. 10 No. 2, pp. 98-115.
180. Macrae, C. (2014). Early warnings, weak signals and learning from healthcare disasters. *BMJ quality & safety*, 23(6), 440-445.
181. Macrae, C. (2014). Early warnings, weak signals and learning from healthcare disasters. *BMJ quality and safety*, 23, 1-6.
182. Mancera Mario, Mancera María, Mancera Mario Ramón, Mancera Juan. (2012). *Seguridad e Higiene Industrial. Gestión de Riesgos. Alfaomega*.

183. Mansor, N., Zakaria, N. H., & Abdullah, Z. (2011): Understanding common dimensions of workplace accident in Malaysia. *Business and Management Review*, 1, 6, 22-33.
184. Manu P., Ankrah n., Proverbs D., Suresh S. (2010). An approach for determining the extent of contribution of construction Project feature to accident causation. *Safety Science* 48 (1) 687-692. doi:10.1016/j.ssci.2010.03.001
185. Marks, E. D., & Teizer, J. (2013). Method for testing proximity detection and alert technology for safe construction equipment operation. *Construction Management and Economics*, 31(6), 636-646.
186. Marks, E., Teizer, J., & Hinze, J. (2014). Near-miss reporting program to enhance construction worker safety performance. In *Construction Research Congress 2014: Construction in a Global Network* (pp. 2315-2324).
187. Maryani A., Wignjosoebroto S., Pestiwi G. (2015). A system dynamics approach for modeling construction accidents. *Procedia manufacturing* 4, 392-401. Doi:10.1016/j.promfg.2015.11.055.
188. Mayhew, C., Quinlan, M., (1997). Subcontracting and occupational health and safety in the residential building industry. *Industrial Relations Journal* 28, 192–205.
189. Meihami, B., & Meihami, H. (2014). Knowledge Management a way to gain a competitive advantage in firms (evidence of manufacturing companies). *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, 3, 80-91.
190. Memorias estadísticas IMSS (2014). Recuperado de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2014>.
191. Mezghani, E., Exposito, E., & Drira, K. (2016). A collaborative methodology for tacit knowledge management: Application to scientific research. *Future Generation Computer Systems*, 54, 450-455.
192. Mora-Riapira, E. H., Vera-Colina, M. A., & Melgarejo-Molina, Z. A. (2015). Planificación estratégica y niveles de competitividad de las Mipymes del sector comercio en Bogotá. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 79-87.
193. Mwangi, P. T. (2017). Assessment of the level of compliance with occupational safety and health act 2007 in public TVET institutions in Nairobi County, Kenya (Doctoral dissertation, COHES, JKUAT).
194. Neitzel, R. L., Seixas, N. S., & Ren, K. K. (2001). A review of crane safety in the construction industry. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 16(12), 1106-1117.

195. Nicol, A. M., Hurrell, A. C., Wahyuni, D., McDowall, W., & Chu, W. (2008). Accuracy, comprehensibility, and use of material safety data sheets: A review. *American journal of industrial medicine*, 51(11), 861-876.
196. Nikandrou, I., Brinia, V. and Bereri, E. (2009), “Trainee perceptions of training transfer: an empirical analysis”, *Journal of European Industrial Training*, Vol. 33 No. 3, pp. 255-70.
197. Niu, S. (2010). Ergonomics and occupational safety and health: An ILO perspective. *Applied ergonomics*, 41(6), 744-753.
198. Occupational safety and health branch labor department, (August, 2015). Occupational safety and health statistics bulletin. Issue 15. Hong Kong. Recuperado de: <http://www.labour.gov.hk/eng/osh/pdf/Bulletin2014.pdf>
199. Olivos, P. C., Carrasco, F. O., Flores, J. L. M., Moreno, Y. M., & Nava, G. L. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y administración*, 60(1), 181-203.
200. Organization for Economic Cooperation and Development OECD, (2008). Guidance on Developing Safety Performance, second ed. OECD Environment, Health and Safety Publications. Series on Chemical Accidents, No. 19. OECD Publications, Paris, France
201. OSHA (Occupational Safety and Health Administration). (2011). Construction focus four: Outreach training packet. OSHA Directorate of Training and Education, Washington, DC.
202. OSHA. (Occupational Safety and Health Administration) (1990). Analysis of construction fatalities. The OSHA data base 1985-1989. Washington, D.C.
203. Özer F., (2009). Effects of employee trainings on the occupational safety and helath in accomodation sector. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1. 1865–1870. Doi:10.1016/j.sbspro.2009.01.329
204. Papazoglou, I. A., Aneziris, O. N., Bellamy, L. J., Ale, B. J. M., & Oh, J. (2017). Quantitative occupational risk model: Single hazard. *Reliability*
205. Papazoglou, I. A., Aneziris, O. N., Bellamy, L. J., Ale, B. J. M., and Oh, J. (2017). Quantitative occupational risk model: Single hazard. *Reliability Engineering & System Safety*, 160, 162-173.
206. PassemardBrian H, (2000),"Competitive advantage in global industries", *Management Research News*, Vol. 23 Iss (7) 8 111 – 117. Doi.org/10.1108/01409170010782307

207. Pawłowska, Z. (2015). Using lagging and leading indicators for the evaluation of occupational safety and health performance in industry. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21(3), 284-290.
208. Perez-Floriano, L. R. (2001). Hazard information, risk perception, cultural values, and safety compliance: A comparison of Canada, Mexico, and the United States (Unpublished doctoral dissertation). California School of Professional Psychology, San Diego, CA.
209. Perttula, P., Merjama, J., Kiurula, M., Laitinen, H., (2003). Accidents in materials handling at construction sites. *Construction Management and Economics* 21, 729–736.
210. Podgorski, D., (2010). The use of tacit knowledge in occupational safety and health management systems. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 16 (3), 283–310.
211. Pouliakas, K. y Theodossiou I. (2011). The economics of health and safety at work: An interdisciplinatory review of the theory and policy. *Journal of economic surveys*. Volume 27, Issue 1. doi: 10.1111/j.1467-6419.2011.00699.
212. Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competition*. New York, 300, 28.
213. Probst, G.J.B., Raub, S.P., Romhardt, K., (2000). *Managing Knowledge: Building Blocks for Success*. Wiley, London, UK.
214. Raheem, A.A., & Hinze, J.W. (2014). Disparity between construction safety standards: A global analysis. *Safety Science*, 70, 276–287.
215. Rajaprasad, S. V. S., & Chalapathi, P. V. (2015). Factors influencing implementation of OHSAS 18001 in Indian construction organizations: interpretive structural modeling approach. *Safety and health at work*, 6(3), 200-205.
216. Rajendran, S., & Gambatese, J. A. (2009). Development and initial validation of sustainable construction safety and health rating system. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(10), 1067-1075.
217. Rausand, M. (2004). *Job Safety Analysis*. Department of Production and Quality Engineering. Norwegian University of Science and Technology. *System Reliability Theory* (2nd ed), Wiley, 1, 25.
218. Raviv, G., Fishbain, B., & Shapira, A. (2017). Analyzing risk factors in crane-related near-miss and accident reports. *Safety science*, 91, 192-205.
219. Reese, C. and Eidson, J. (2006). *Handbook of OSHA Construction Safety and Health*. 2nd Edition, Taylor & Francis Group, USA.

220. Reiman, T., Pietikäinen, E. (2012). Leading indicators of system safety—monitoring and driving the organizational safety potential. *Safety Science* 50 (10), 1993–2000.
221. Revere, D., Turner, A. M., Madhavan, A., Rambo, N., Bugni, P. F., Kimball, A., & Fuller, S. S. (2007). Understanding the information needs of public health practitioners: a literature review to inform design of an interactive digital knowledge management system. *Journal of biomedical informatics*, 40(4), 410-421.
222. Reyes, J. P., San-José, J. T., Cuadrado, J., & Sancibrian, R. (2014). Health & Safety criteria for determining the sustainable value of construction projects. *Safety science*, 62, 221-232.
223. Reglamento de la ley del seguro social (2005). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LSS\\_MACERF.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LSS_MACERF.pdf)
224. Robles R., Velásquez G., (2013). Estructura y desempeño de la construcción en México. *Revista de la realidad mexicana*. Volumen 28 (183) 105-116.
225. Robson, L. S., Stephenson, C. M., Schulte, P. A., Amick III, B. C., Irvin, E. L., Eggerth, D. E., & Peters, R. H. (2012). A systematic review of the effectiveness of occupational health and safety training. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 193-208.
226. Rodríguez I., Castilla B., Martínez M. (2014). Riesgo percibido en la construcción en España y Perú: un estudio exploratorio. *Revista de la universidad industrial de Santander salud*; 46 (3): 277-285
227. Roth C., (2011). The importance of ergonomics for the safety profesional. *EHSToday*. 45-47.
228. Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., & Baum, H. (2010). Construction job safety analysis. *Safety science*, 48(4), 491-498.
229. Saavedra, M. L. (2010). Hacia una propuesta metodológica para la determinación de la competitividad en la Pyme. XII Asamblea General de ALAFEC. Lima: ALAFEC.
230. Saavedra, M. (2012). Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana. *Pensamiento y Gestión*, 33, 93–124.
230. Saavedra, M. (2012b). Hacia la competitividad de la Pyme latinoamericana. Macroproyecto de investigacion´ ALAFEC [consultado 20 Oct 2012]. Disponible en: [http://www.alafec.unam.mx/docs/macroyectos/competitividad\\_macro.pdf](http://www.alafec.unam.mx/docs/macroyectos/competitividad_macro.pdf)

231. Sawacha, E., Naoum, S., & Fong, D. (1999). Factors affecting safety performance on construction sites. *International journal of project management*, 17(5), 309-315.
232. Sabran, A. S. H. (Marzo, 2016). Knowledge Management in Human Error in Accident Prevention. *Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Society International, Kuala Lumpur, Malaysia, 1180-1191.
233. Saks, A. and Belcourt, M. (2006), ‘‘An investigation of training activities and transfer of training in organizations’’, *Human Resource Management*, Vol. 45 No. 4, pp. 629-48.
234. Salas, E. & Cannon-Bowers, J. (2001). The Science of Training: A Decade of Progress. *Annual Review of Psychology*, 52, 471-499. titudes toward safety, unpublished Thesis, Memorial University of Newfoundland.
235. Salguero-Caparrós, F., Suárez-Cebador, M., & Rubio-Romero, J. C. (2015). Analysis of investigation reports on occupational accidents. *Safety science*, 72, 329-336.
236. Santoso, G., 2004, *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, Prestasi Pustaka, Jakarta.
237. Sarmiento-Salinas, R., López-Rojas, P., Marín-Cotoñieto, I. A., Godínez-Rocha, A., Haro-García, L., & Salinas-Tovar, S. (2004). Factores de riesgo asociados a los accidentes de trabajo en la industria de la construcción del Valle de México. *Gaceta médica de México*, 140(6), 593-597.
238. Saunders, L. W., McCoy, A. P., Kleiner, B. M., Lingard, H., Cooke, T., Mills, T., & Wakefield, R. (2016). International benchmarking for performance improvement in construction safety and health. *Benchmarking: An International Journal*, 23(4), 916-936.
239. Saurin, T. A. (2016). Safety inspections in construction sites: A systems thinking perspective. *Accident Analysis & Prevention*, 93, 240-250.
240. Sawacha, E., Naoum, S., & Fong, D. (1999). Factors affecting safety performance on construction sites. *International journal of project management*, 17(5), 309-315.
241. Secretaría del Trabajo y Previsión Social STPS (2014). Información sobre accidentes y enfermedades de trabajo nacional 2005-2014. recuperado de: <http://autogestion.stps.gob.mx:8162/pdf/Nacional%202005-2014.pdf>
242. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2011. NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. (Segunda Sección) Diario oficial.

243. Shea, T., De Cieri, H., Donohue, R., Cooper, B., & Sheehan, C. (2016). Leading indicators of occupational health and safety: An employee and workplace level validation study. *Safety science*, 85, 293-304.
244. Sheehan, C., Donohue, R., Shea, T., Cooper, B., and De Cieri, H. (2016). Leading and lagging indicators of occupational health and safety: The moderating role of safety leadership. *Accident Analysis and Prevention*, 92, 130-138.
245. Sherehiy, B., & Karwowski, W. (2006). Knowledge management for occupational safety, health, and ergonomics. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 16(3), 309-319.
246. Shirouyehzad, H., Mokhatab Rafiee, F., and Berjis, N. (2017). Performance evaluation and prioritization of organizations based on knowledge management and safety management approaches using DEA, a case study. *Journal of Modelling in Management*, 12(1), 77-95.
247. Sinelnikov S., Inouye J., Kerper S. (2015). Using leading indicator to measure occupational health and safety. *Safety Science* 72. 240-248.
248. Solís-Carcaño, R. G., & Arcudia-Abad, C. E. (2011). Construction-related accidents in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 27(2), 155-162.
249. Solis R. Arcudia C., 2013. Construction-related accidents in the Yucatan península, Mexico. *Journal of performance of constructed facilities*. 2 (2). ISSN 0887-3828/2013/2-155–162.
250. Solís-Carca, R. G., and Franco-Poot, R. J. (2014). Construction workers' perceptions of safety practices: A case study in Mexico. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 2014.
251. Spear, J., (2010). Measuring safety and health performance: a review of commonly used performance indicators. Jerome E. Spear Consulting, 1–6.
252. STPS, (2011). NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-031.pdf>
253. STPS, (2011). Prácticas seguras en la industria de la construcción. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016 en: [http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac\\_seg/construccion.html](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/prac_seg/construccion.html)

254. Sunindijo, R. Y., and Zou, P. X. W. (2012). "Political skill for developing construction safety climate." *J. Constr. Eng. Manage.*, 10.1061/(ASCE) CO.1943-7862.0000482, 605–612.
255. Sunindijo, R. Y. (2015). Improving safety among small organisations in the construction industry: key barriers and improvement strategies. *Procedia Engineering*, 125, 109-116.
256. Suraji, A., Duff, A. R., & Peckitt, S. J. (2001). Development of causal model of construction accident causation. *Journal of construction engineering and management*, 127(4), 337-344.
257. Svetlik, I., & Stavrou-Costea, E. (2007). Connecting human resources management and knowledge management. *International. Journal of Manpower*, 28(3/4), 197-206.
258. Swartz, G. (2002). Job hazard analysis: A primer on identifying and controlling hazards. *Professional Safety*, 47(11), 27-33.
259. Swuste, P., & Arnoldy, F. (2003). The safety adviser/manager as agent of organisational change: a new challenge to expert training. *Safety Science*, 41(1), 15-27.
260. 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.
261. Swuste, P., Theunissen, J., Schmitz, P., Reniers, G., & Blokland, P. (2016). Process safety indicators, a review of literature. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 40, 162-173.
262. Takala Jukka, Paivi Hamalainen, Leena Kaija, Yoke Yun, Manickam K., Wee Tan, Heng Peggy., Tjong Caleb, Guan Kheng, Lim Samuel & Siok Gan. (2014). Global Estimates Of The Burden of Injury and Illness at Work in (2012). *Journal Of Occupational and Enviroment Hygiene*. ISSN 1545-9624. DOI:10.1080/15459624.2013.863131.
263. Takala, J., Hämäläinen, P., Saarela, K. L., Yun, L. Y., Manickam, K., Jin, T. W., ... & Lin, G. S. (2014). Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 11(5), 326-337.
264. Takala, Jukka. (Septiembre, 2012): "Future Perspectives in Occupational Health and Safety," 5th International FOHNEU Congress, Tarragona.
265. Tan, H. C., Carrillo, P. M., & Anumba, C. J. (2011). Case study of knowledge management implementation in a medium-sized construction sector firm. *Journal of Management in Engineering*, 28(3), 338-347.

266. Tan, H. C., Carrillo, P. M., Anumba, C. J., Bouchlaghem, N., Kamara, J. M., & Udeaja, C. E. (2007). Development of a methodology for live capture and reuse of project knowledge in construction. *Journal of management in engineering*, 23(1), 18-26.
267. Tannenbaum, S. & Yukl, G. (1992). Training and Development in Work Organizations. *Annual Review of Psychology*, 43, 399-441.
268. The Japan Institute for Labour Policy and Training (2016). Labor Situation in Japan and Its Analysis General Overview, 2015-2016. Labor Administration and Legislation. 216
269. Titas D. (2013). Typical solutions for the construction site employees' safety. *Procedia Engineering* 57 ( 2013 ) 238 – 243. doi: 10.1016/j.proeng.2013.04.033.
270. Teo, E. A. L., Ling, F. Y. Y., & Chong, A. F. W. (2005). Framework for project managers to manage construction safety. *International Journal of project management*, 23(4), 329-341.
271. Tremblay, A., & Badri, A. (2018). Assessment of occupational health and safety performance evaluation tools: state of the art and challenges for small and medium-sized enterprises. *Safety science*, 101, 260-267.
272. Triolla, 2009. Estadística. Decima Edición. Pearson Education.
273. United States Department of Labor (1926). Safety and health Regulations for Construction, Standard Number 1926. Occupational Safety and Health Administration. Recuperado de [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search\\_form?p\\_doc\\_type=STANDARDS&p\\_toc\\_level=1&p\\_keyvalue=Construction](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search_form?p_doc_type=STANDARDS&p_toc_level=1&p_keyvalue=Construction).
274. Urquijo, H. A. E., & Palacio, D. L. Y. (2015). Factores de riesgo en obras de construcción del área metropolitana del valle de aburrá-Colombia. *REVISTA POLITÉCNICA*, 7(12), 71-79.
275. Uslu, T., & Çubuk, D. (2015). The effects of knowledge management and self-organization on organizational creativity: the mediating roles of corporate innovativeness and organizational communication. *International Journal of Organizational Leadership*, 4(4), 403-412.
276. Varonen, U. & Mattila, M. (2000). The safety climate and its relationship to safety practices, safety of the work environment and occupational accidents in eight wood-processing companies. *Accident Analysis and Prevention*, 32, 761-769.

277. Vigneshkumar, C., & Maheswari, J. U. (2018). Prevention Through Design: A Concept Note for Preventing Accidents/Injuries to Construction Workers. In *Industrial Safety Management* (pp. 3-10). Springer, Singapore.
278. Vincenzi, D., Wise, J., Mouloua, M. and Hancock, P. (2009), *Human Factors in Simulation and Training*, CRC Press, Boca Raton, FL.
279. Vinodkumar y Bhasi (2010). Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. *Accident Analysis and Prevention* 42. 2082-2093. Doi 10.1016/j.aap.2010.06.021.
280. Vinodkumar, M. N., and Bhasi, M. (2010). Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety
281. Vojtecky, M. A. & Schmitz, M. F. (1986). Program evaluation and health and safety training, *Journal of Safety Research*, 17, 57-63.
282. Vuta R, Farcas A. (2015). The role of training in organizational and employee development. *Management and Economics. Revista academiei forhelor terestre* nr. 3 (79)
283. Waehrer, G. M., Dong, X. S., Miller, T., Haile, E., and Men, Y. (2007). "Costs of occupational injuries in construction in the United States." *Accid. Anal. Prev.*, 39(6), 1258–1266.
284. Wang, J., Zou, P. X., & Li, P. P. (2016). Critical factors and paths influencing construction workers' safety risk tolerances. *Accident Analysis & Prevention*, 93, 267-279.
285. Wei, C., Shu, L., Sing, L. and Wen, S. (2002). Discrepancies between Management and Labor Perceptions of Construction Site Safety. *Applied Mechanics and Materials*, 174, 2950-2956.
286. Weyman, A. K., & Clarke, D. D. (2003). Investigating the influence of organizational role on perceptions of risk in deep coal mines. *Journal of Applied Psychology*, 88, 404–412.
287. Wignjosoebroto, Partiw, (2015). seguida de las fases de factibilidad y diseño (Zou P., Zhang G., Wang J. 2007).
288. Wirahadikusumah, R. D. (2006). *The Challenge of Occupational Safety and Health Issues on Construction Projects in Indonesia*, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
289. Wong, F., So, L., (2002). Restriction of the multi-layers subcontracting practice in Hong Kong – is it an effective tool to improve safety performance of the construction Industry? In: 3rd International Conference of CIB Working Commission 099 –

Implementation of Safety and Health on Construction Sites: One Country – Two Systems.  
Hong Kong, CIB

290. Woo, J. H., Clayton, M. J., Johnson, R. E., Flores, B. E., Ellis, C. (2004). “Dynamic knowledge map: Reusing experts’ tacit knowledge in the AEC industry.” *J. Autom. Constr.*, 13(2), 203–207.

291. Workplace Safety & Health Statistics Report, (2013). Workplace Safety and Health Report, 2013 National Statistics. Recuperado el 06 de Noviembre del 2016 en <https://www.wshc.sg/files/wshc/upload/cms/file/2014/WSH2013.pdf>

292. World Economic Forum (2015), The Global Competitiveness Report 2015-2016. Committed to improving the state of the world

293. WSH Institute 2016. National workplace safety and health statistics in brief 2016 quarter 1. Recuperado el 2 de Noviembre de: <https://www.wsh-institute.sg/files/wshi/upload/cms/file/2016%20Q1%20WSH%20Stats%20in%20Brief%20Final.pdf>

294. WSH Institute and World Economic Forum Lausanne, Switzerland, (2012–2013). Recuperado de: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2012-13.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf).

295. WSH Institute, (2013). Workplace Safety and Health Report, 2013 National Statistics. Recuperado el 06 de Noviembre del 2016 en <https://www.wshc.sg/files/wshc/upload/cms/file/2014/WSH2013.pdf>

296. WSH Institute, (2016). Workplace Safety Health Report. National Statistics. Recuperado el 20 de Junio del 2017 en: <https://www.wsh-institute.sg/files/wshi/upload/cms/file/WSH%20National%20Statistics%20Report%202016.pdf>

297. WSH Institute, 2016. National workplace safety and health statistics in brief 2015 quarter 1. Recuperado el 24 de Noviembre de 2016 en: <https://www.wsh-institute.sg/files/wshi/upload/cms/file/2016%20Q1%20WSH%20Stats%20in%20Brief%20Final.pdf>

298. Wulan, (2009). Effect of Safety Protection System on Construction Work Accident Rate (Project Waterplace and Ciputra World), Tesis Magister, FTSP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

299. Yamin, S. C., Parker, D. L., Xi, M., & Stanley, R. (2017). Self- audit of lockout/tagout in manufacturing workplaces: A pilot study. *American Journal of Industrial Medicine*.

300. Yamin, S. C., Parker, D. L., Xi, M., & Stanley, R. (2017). Self- audit of lockout/tagout in manufacturing workplaces: A pilot study. *American Journal of Industrial Medicine*, 60(5), 1-6.
301. Yi L., Marais K., Shu-guang Z., (2014). Conceptual modeling of training and organizational risk dynamics. *Procedia Engineering* 80 ( ) 313 – 328. Doi: 10.1016/j.proeng.2014.09.090.
302. Yilmaz, M., & Kanit, R. (2018). A practical tool for estimating compulsory OHS costs of residential building construction projects in Turkey. *Safety Science*, 101, 326-331.
303. Zhou Z., Miang Y., Li., 2015. Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. *Safety Science* 72 (1), 337-350. Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2014.10.006>.
304. Zhu, Z., Park, M. W., Koch, C., Soltani, M., Hammad, A., & Davari, K. (2016). Predicting movements of onsite workers and mobile equipment for enhancing construction site safety. *Automation in Construction*, 68, 95-101.
305. Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organisations theoretical and applied applications, *Journal of Applied Psychology*, 65, 96-102.
306. Zou P., Zhang G., Wang J. 2007. Understanding the key risks in construction projects in China. *International Journal of Project Management* 25, 601–614.
307. Zwetsloot, G. I. J. M. (2009). Prospects and limitations of process safety performance indicators. *Safety Science*, 47(4), 495-497.

## ANEXO A CONSTRUCTORA DEL ESTADO DE HIDALGO

| CONSECUTIVO | NOMBRE DE LA UNIDAD ECONÓMICA                                  | PEQUEÑA | MEDIANA | GRANDE |
|-------------|----------------------------------------------------------------|---------|---------|--------|
| 1           | ACAPRO DE HIDALGO, S.A. DE C.V.                                | X       |         |        |
| 2           | AGICRESA, S.A. DE C.V.                                         | X       |         |        |
| 3           | ARKIAM S.A. DE C.V.                                            | X       |         |        |
| 4           | ARQUITECTURA INTEGRAL TECTON, S.A. DE C.V.                     |         |         | X      |
| 5           | ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIONES VALENCIA                         | X       |         |        |
| 6           | ARRENDADORA CESVIN SA DE CV                                    | X       |         |        |
| 7           | ARRENDADORA CESVIN SA DE CV                                    | X       |         |        |
| 8           | BMI CONSTRUCTORES                                              | X       |         |        |
| 9           | BODEGA DE ICASA                                                |         | X       |        |
| 10          | BUFETE DE INGENIERÍA Y SUMINISTROS PETROQUIMICOS, S.A. DE C.V. | X       |         |        |
| 11          | CASA CRU, S.A. DE C.V.                                         |         |         | X      |
| 12          | CCI CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V.                                 | X       |         |        |
| 13          | COHI CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.                              |         | X       |        |
| 14          | CONSORCIO CONSTRUCTOR CEDROS, S.A. DE C.V.                     | X       |         |        |
| 15          | CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, PUENTES Y SIMILARES                | X       |         |        |
| 16          | CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, PUENTES Y SIMILARES                | X       |         |        |
| 17          | CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS RCG                                   | X       |         |        |
| 18          | CONSTRUCCIÓN E INGENIERIA ESCAMILLA, S.A. DE C.V.              | X       |         |        |
| 19          | CONSTRUCCIÓN RENTA DE EQUIPO Y EMULSIONES, S.A. DE C.V.        | X       |         |        |
| 20          | CONSTRUCCIONES CIVILES DE HIDALGO, S.A. DE C.V.                | X       |         |        |
| 21          | CONSTRUCCIONES IPIASA                                          |         | X       |        |
| 22          | CONSTRUCCIONES Y ACABADOS TORNA, S.A. DE C.V.                  |         | X       |        |
| 23          | CONSTRUCTORA ANTON ASOCIADOS, S.A. DE C.V.                     | X       |         |        |

|    |                                                                   |   |   |  |
|----|-------------------------------------------------------------------|---|---|--|
| 24 | CONSTRUCTORA ARVUT, S.A. DE C.V.                                  |   | X |  |
| 25 | CONSTRUCTORA AZTECA RYA TERRACERÍAS Y EDIFICACIONES, S.A. DE C.V. | X |   |  |
| 26 | CONSTRUCTORA CRIMSA SA DE CV                                      |   | X |  |
| 27 | CONSTRUCTORA CRIMSA, S.A. DE C.V.                                 | X |   |  |
| 28 | CONSTRUCTORA GRUPO ALFA, S.A. DE C.V.                             | X |   |  |
| 29 | CONSTRUCTORA INTEGRAL RIVA, S.A. DE C.V.                          | X |   |  |
| 30 | CONSTRUCTORA ISACAR E HIJOS, S.A. DE C.V.                         | X |   |  |
| 31 | CONSTRUCTORA ISVA                                                 |   | X |  |
| 32 | CONSTRUCTORA LOPEZ Y ALARCON, S.A. DE C.V.                        | X |   |  |
| 33 | CONSTRUCTORA LR CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.                      | X |   |  |
| 34 | CONSTRUCTORA REAL DE PACHUCA, S.A. DE C.V.                        | X |   |  |
| 35 | CONSTRUCTORA RS                                                   | X |   |  |
| 36 | CONSTRUCTORA SIN NOMBRE                                           | X |   |  |
| 37 | CONSTRUCTORA SYLMA, S.A. DE C.V.                                  | X |   |  |
| 38 | CONSTRUCTORA TETEPANTLE S.A. DE C.V.                              | X |   |  |
| 39 | CONSTRUCTORA VABSA, S.A. DE C.V.                                  | X |   |  |
| 40 | CONSTRUMEGA, S.A. DE C.V.                                         | X |   |  |
| 41 | CONSTRUCTORA SAMBALL, S.A. DE C.V.                                | X |   |  |
| 42 | CORPORATIVO CARFRAM INGENIERÍA Y DISEÑO, S.A. DE C.V.             | X |   |  |
| 43 | COVIGSA INGENIERÍA Y CONSTRUCCION, DE C.V.                        | X |   |  |
| 44 | COVITA INMOBILIARIA S.A. DE C.V.                                  | X |   |  |
| 45 | CR ARQUITECTURA, S.A. DE C.V.                                     | X |   |  |
| 46 | CUMBRES DEL REAL INMOBILIARIA                                     | X |   |  |
| 47 | DESARROLLADORA E-HOGAR, S.A. DE C.V.                              |   | X |  |

|    |                                                                             |   |   |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 48 | DESPACHO 82                                                                 | X |   |   |
| 49 | DISEÑO Y ESPACIO VALDESPINO HERMANOS, S.A. DE C.V.                          | X |   |   |
| 50 | EDIFICACIÓN DE INMUEBLES COMERCIALES Y DE SERVICIOS, EXCEPTO LA SUPERVISIÓN |   |   | X |
| 51 | EDIFICACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR                                         | X |   |   |
| 52 | EDIFICACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR                                         | X |   |   |
| 53 | EDIFICACIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR                                         |   | X |   |
| 54 | EDIFICACIONES E INGENIERIAS DEL CENTRO, S.A. DE C.V.                        |   | X |   |
| 55 | EDIFICADORA VAL, S.A. DE C.V.                                               |   |   | X |
| 56 | ELIZALDE DOMÍNGUEZ CONTINENTE                                               | X |   |   |
| 57 | EMPRESA HIDALGUENSE PRESTADORES DE SERVICIOS PROFESIONALES, S.A. DE C.V.    | X |   |   |
| 58 | FACSA CONSTRUCCIONES Y MATERIALES                                           |   | X |   |
| 59 | FRACCIONAMIENTO VALLE DE ALBAR                                              | X |   |   |
| 60 | GRUPO COMERCIAL RICO                                                        | X |   |   |
| 61 | GRUPO CONSTRUCTOR DE LOS GOLFOS, S.A. DE C.V.                               | X |   |   |
| 62 | GRUPO CONSTRUCTOR DEL CENTRO                                                | X |   |   |
| 63 | GRUPO CONSTRUCTOR VADONNE S.A. DE C.V.                                      |   | X |   |
| 64 | GRUPO GADOL SA DE CV                                                        |   | X |   |
| 65 | GRUPO HIDALGO TERRACERÍAS Y EDIFICACIONES HIDALGO, S.A. DE C.V.             |   | X |   |
| 66 | GRUPO INDUSTRIAL RUELAS SA DE CV                                            |   | X |   |
| 67 | GRUPO VABE CONSTRUCTORA SA DE CV                                            | X |   |   |
| 68 | GRUPO Y MOBILIARIO HABITAD                                                  | X |   |   |
| 69 | HOREB PROYECTION, S.A. DE C.V.                                              |   | X |   |
| 70 | HP CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V.                                               | X |   |   |
| 71 | ICA FLUOR                                                                   |   | X |   |

|    |                                                                            |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 72 | IDCO DE HIDALGO, S.A. DE C.V.                                              |   | X |   |
| 73 | IDECOP,S.A DE C.V.                                                         | X |   |   |
| 74 | IGNIUS SA DE CV                                                            | X |   |   |
| 75 | IMVISA CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.                                        |   | X |   |
| 76 | INMOBILIARIA TOLLAN, S.A. DE C.V.                                          | X |   |   |
| 77 | INMOBILIARIA VINTE                                                         |   | X |   |
| 78 | INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA ARQUILENIUM S.A. DE C.V.                       | X |   |   |
| 79 | INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA JUGSA, S.A. DE C.V.                            | X |   |   |
| 80 | KN & ASOCIADOS ARQUITECTUM, S.A. DE C.V.                                   |   | X |   |
| 81 | MAQZAR DE TULANCINGO, S.A. DE C.V.                                         |   | X |   |
| 82 | MIICSA HIDALGO                                                             |   | X |   |
| 83 | NAREM, S.A. DE C.V.                                                        | X |   |   |
| 84 | NUEVO MILENIO CONSTRUCTORES, S.A. DE C.V.                                  | X |   |   |
| 85 | OFICINAS DE H K CONSTRUCTORAS                                              | X |   |   |
| 86 | OLP CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.                                           | X |   |   |
| 87 | PROCESOS DE MANTENIMIENTO, S.A. DE C.V.                                    |   | X |   |
| 88 | PROMOTORA DE ESPACIOS RESIDENCIALES DE HIDALGO, S.A. DE C.V.               | X |   |   |
| 89 | QUMA DE HIDALGO S.A. DE C.V.                                               |   |   | X |
| 90 | RESIDENCIAL VILLARREAL, S.A. DE C.V.                                       | X |   |   |
| 91 | RUIZ QUEBRADO ALEJANDRO                                                    | X |   |   |
| 92 | SERVICIOS INTEGRALES EN CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO COBELSA, S.A. DE C.V. | X |   |   |
| 93 | SOC. COOPERATIVA DE VIVIENDA DE TRABAJADORES LA CRUZ AZUL, S.C.L.          | X |   |   |
| 94 | URBANIZACIONES INTEGRALES, S.A. DE C.V.                                    |   | X |   |

Fuente: INEGI, 2017.

## ANEXO B CUESTIONARIO APLICADO A LA MUESTRA

### Cuestionario para líderes de seguridad

#### Gestión del conocimiento en el sector de la construcción en México

**Objetivo:** Conocer los elementos que influyen en la gestión del conocimiento en seguridad laboral en el sector de la construcción, que permitan disminuir los accidentes de trabajo. Los datos recabados son con fines de investigación científica, por lo tanto, son confidenciales.

#### Sección 1 Datos generales

Tamaño de Empresa:

- ☐ Pequeña (11 a 50 trabajadores)  
☐ Mediana (51 a 250 trabajadores)  
☐ Grande (Más de 250 trabajadores)

Tipo de Obra

- ☐ Edificación no residencial  
☐ Edificación residencial

Puesto

- ☐ Residente de obra  
☐ Jefe de seguridad  
☐ Administrador de obra

Años en el Puesto

- ☐ 1 – 5 años  
☐ 6 – 10 años  
☐ 11 – 15 años  
☐ 16 – 20 años  
☐ 21 – 25 años  
☐ 26 – 30 años  
☐ 31 – 35 años  
☐ 36 – 40 años  
☐ 41 años y más

Años en el Sector de la Construcción

- ☐ 1 – 5 años  
☐ 6 – 10 años  
☐ 11 – 15 años  
☐ 16 – 20 años  
☐ 21 – 25 años  
☐ 26 – 30 años  
☐ 31 – 35 años  
☐ 36 – 40 años  
☐ 41 años y más

**Instrucciones:** Con base a las siguientes afirmaciones, favor de seleccionar con la que esté acorde, tomando en cuenta la siguiente tabla:

|          |                |
|----------|----------------|
| <b>1</b> | <b>Nunca</b>   |
| <b>2</b> | Casi nunca     |
| <b>3</b> | A veces        |
| <b>4</b> | Casi siempre   |
| <b>5</b> | <b>Siempre</b> |

## ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

### FUENTES EXTERNAS

|          | Indica que estrategias utilizas para adquirir conocimiento proveniente de las <b>fuentes externas</b> para la reducción de los accidentes, además de LFT y LSS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| <b>1</b> | La Secretaría del Trabajo y Previsión social (STPS)                                                                                                            |   |   |   |   |   |
| <b>2</b> | Occupational Safety and Health Administration (OSHA).                                                                                                          |   |   |   |   |   |
| <b>3</b> | La ficha técnica de la maquinaria, equipo y herramienta que proporcionan los proveedores.                                                                      |   |   |   |   |   |
| <b>4</b> | La ficha técnica del Equipo de protección personal                                                                                                             |   |   |   |   |   |
| <b>5</b> | Hoja de seguridad de los materiales                                                                                                                            |   |   |   |   |   |
| <b>6</b> | Cursos de seguridad laboral                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| <b>7</b> | El benchmarking de seguridad laboral.                                                                                                                          |   |   |   |   |   |

### FUENTES INTERNAS

|           | Indica que estrategias utilizas para adquirir conocimiento proveniente de las <b>fuentes internas</b> para la reducción de los accidentes. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| <b>8</b>  | Reporte de la investigación de las condiciones y medio ambiente del Trabajo.                                                               |   |   |   |   |   |
| <b>9</b>  | Reporte de los incidentes.                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| <b>10</b> | Reporte de los accidentes.                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| <b>11</b> | Reporte de la observación del comportamiento.                                                                                              |   |   |   |   |   |
| <b>12</b> | Reporte del check list de las autoinspecciones a la maquinaria.                                                                            |   |   |   |   |   |
| <b>13</b> | Reporte del check list de las autoinspecciones al equipo.                                                                                  |   |   |   |   |   |
| <b>14</b> | Reporte del check list de las autoinspecciones a la herramienta.                                                                           |   |   |   |   |   |
| <b>15</b> | Reporte de las auditorías.                                                                                                                 |   |   |   |   |   |

## TRANSFERENCIA

|    | Indica que estrategias utilizas para <b>transferir el conocimiento</b> para la reducción de los accidentes.                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 16 | Comités de seguridad.                                                                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 17 | Boletines de seguridad.                                                                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 18 | Asesores de seguridad.                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |
| 19 | Tableros de publicación.                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 20 | Juntas de seguridad.                                                                                                                                        |   |   |   |   |   |
| 21 | Capacitación de seguridad.                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |
| 22 | Comunicación supervisor-trabajador                                                                                                                          |   |   |   |   |   |
| 23 | Comunicación informal entre los trabajadores.                                                                                                               |   |   |   |   |   |
| 24 | Elaboración de las herramientas de seguridad en equipos de trabajo (ejemplo: Análisis de seguridad en el trabajo, chek list de las auto inspecciones, etc.) |   |   |   |   |   |
| 25 | Participación de los trabajadores en la elaboración de análisis de seguridad en el trabajo.                                                                 |   |   |   |   |   |
| 26 | Participación de los trabajadores en la elaboración de los procedimientos de trabajo seguro.                                                                |   |   |   |   |   |
| 27 | Participación de los trabajadores en la elaboración de la observación del comportamiento.                                                                   |   |   |   |   |   |
| 28 | Participación de los trabajadores en la elaboración del chek list de las auto-inspecciones de seguridad.                                                    |   |   |   |   |   |
| 29 | Participación de los trabajadores en la elaboración del lay out de los puntos de alto riesgo en la obra.                                                    |   |   |   |   |   |

## APLICACIÓN

|    | Indica que estrategias utilizas para <b>aplicar el conocimiento de seguridad laboral</b> para la reducción de los accidentes. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 30 | Aplicar los procedimientos de trabajo seguro en sitio.                                                                        |   |   |   |   |   |
| 31 | Ejecutar la observación del comportamiento en sitio.                                                                          |   |   |   |   |   |
| 32 | Utilizar los chek lists de las auto-inspecciones de seguridad de la maquinaria y equipo de trabajo en sitio                   |   |   |   |   |   |
| 33 | Utilizar los chek lists de las autoinspecciones de seguridad de la herramienta de trabajo en sitio                            |   |   |   |   |   |
| 34 | Utilizar los check list del equipo de protección personal previo al inicio de las actividades                                 |   |   |   |   |   |
| 35 | Señalizar la obra donde se incrementa los riesgos, con base en el layout de los puntos de alto riesgo en sitio.               |   |   |   |   |   |

## ALMACENAMIENTO

|    | Que elementos de seguridad, consideras importante resguardar para utilizar en los próximos proyectos de obra, para la reducción de los accidentes. |  |  |  |  |  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 36 | El Análisis de Seguridad en el Trabajo                                                                                                             |  |  |  |  |  |
| 37 | Los procedimientos de trabajo seguro                                                                                                               |  |  |  |  |  |
| 38 | La Ficha técnica de los Equipos móviles pesados                                                                                                    |  |  |  |  |  |
| 39 | La Ficha técnica de la maquinaria                                                                                                                  |  |  |  |  |  |

|           |                                                                |  |  |  |  |  |  |
|-----------|----------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| <b>40</b> | La Ficha técnica de la herramienta                             |  |  |  |  |  |  |
| <b>41</b> | La Ficha técnica del equipo de protección personal             |  |  |  |  |  |  |
| <b>42</b> | La hoja de seguridad de los materiales                         |  |  |  |  |  |  |
| <b>43</b> | El análisis de los accidentes                                  |  |  |  |  |  |  |
| <b>44</b> | El análisis de los incidentes                                  |  |  |  |  |  |  |
| <b>45</b> | El análisis de la observación del comportamiento               |  |  |  |  |  |  |
| <b>46</b> | El análisis de los check list de las autoinspecciones          |  |  |  |  |  |  |
| <b>47</b> | EL layout de los puntos críticos donde se incrementó el riesgo |  |  |  |  |  |  |

## ANEXO C CUESTIONARIO APLICADO A LA MUESTRA

### Cuestionario para Trabajadores.

#### Gestión del conocimiento en el sector de la construcción en México

**Objetivo:** Conocer los elementos que influyen en la gestión del conocimiento en seguridad laboral en el sector de la construcción, que permitan disminuir los accidentes de trabajo. Los datos recabados son con fines de investigación científica, por lo tanto, son confidenciales.

#### Sección 1 Datos generales

Tamaño de la empresa:

- ☐ Pequeña (11 a 50 trabajadores)  
☐ Mediana (51 a 250 trabajadores)  
☐ Grande (Más de 250 trabajadores)

Tipo de Obra

- ☐ Edificación no residencial  
☐ Edificación residencial

Años en el Puesto

- ☐ 1 – 5 años  
☐ 6 – 10 años  
☐ 11 – 15 años  
☐ 16 – 20 años  
☐ 21 – 25 años  
☐ 26 – 30 años  
☐ 31 – 35 años  
☐ 36 – 40 años  
☐ 41 años y más

#### Sección 2 Cuestionario

**Instrucciones:** Con base a las siguientes afirmaciones, favor de seleccionar con la que esté acorde, tomando en cuenta la siguiente tabla:

|   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 | Total desacuerdo         |
| 2 | Medio desacuerdo.        |
| 3 | Ni acuerdo ni desacuerdo |
| 4 | Medio acuerdo            |
| 5 | Total acuerdo            |

| Factores Ambientales                                  |                                                                                                                                                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Temperaturas extremas</b>                          |                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 1                                                     | Se detienen operaciones cuando se percibe condiciones de riesgo con las inclemencias del tiempo                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 2                                                     | Se colocan lonas provisionales para actividades donde existe riesgo debido a las inclemencias del tiempo                                                                        |   |   |   |   |   |
| 3                                                     | Tu supervisor realiza recorrido previo al inicio de actividades, para verificar el estado de la tierra, previendo caídas de personal o riesgos en la operación de la maquinaria |   |   |   |   |   |
| 4                                                     | La camisa que utilizas es de manga larga, cuya tela permite una fácil circulación de aire.                                                                                      |   |   |   |   |   |
| <b>Trabajo en alturas</b>                             |                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 5                                                     | Conoces el procedimiento del trabajo en alturas                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 6                                                     | Te realizan chequeo médico para realizar trabajo en alturas                                                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 7                                                     | Utilizas arnés para realizar trabajo en alturas                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 8                                                     | Tienes información de las actividades que se realizan en diferentes niveles de piso.                                                                                            |   |   |   |   |   |
| 9                                                     | En tu empresa se realiza un esquema de las instalaciones que se están construyendo indicando los puntos donde existe mayor riesgo de trabajo.                                   |   |   |   |   |   |
| 10                                                    | Tu supervisor te informa de tareas simultáneas que se van a realizar en tu área de trabajo.                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 11                                                    | El calzado que utilizas es adecuado para evitar caídas                                                                                                                          |   |   |   |   |   |
| <b>Trabajos con objetos pesados</b>                   |                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 12                                                    | Conoces las técnicas para evitar sobreesfuerzo en una carga física.                                                                                                             |   |   |   |   |   |
| 13                                                    | Utilizas faja para realizar el levantamiento de objetos pesados.                                                                                                                |   |   |   |   |   |
| 14                                                    | Reduces la carga para poder trasladarla.                                                                                                                                        |   |   |   |   |   |
| 15                                                    | Las cargas más pesadas se realizan por medio del equipo mecánico                                                                                                                |   |   |   |   |   |
| 16                                                    | Conoces el procedimiento de traslado de objetos cilíndricos.                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 17                                                    | Conoces el procedimiento para descender rampas con objetos pesados, en equipos móviles.                                                                                         |   |   |   |   |   |
| 18                                                    | Te informa tu supervisor cuando se van a realizar actividades con equipos pesados en tu área de trabajo                                                                         |   |   |   |   |   |
| <b>Ruido</b>                                          |                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 19                                                    | La empresa conoce con que actividades se genera más ruido laboral.                                                                                                              |   |   |   |   |   |
| 20                                                    | Utilizas tapones industriales al participar en actividades con altos niveles de ruido.                                                                                          |   |   |   |   |   |
| 21                                                    | La empresa te cambia constantemente los tapones industriales                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| <b>Polvo</b>                                          |                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 22                                                    | La empresa conoce con que actividades se genera más polvo laboral.                                                                                                              |   |   |   |   |   |
| 23                                                    | Utilizas respiradores o conchas al participar en actividades con altos niveles de polvo.                                                                                        |   |   |   |   |   |
| 24                                                    | La empresa te cambia los respiradores o conchas                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| <b>Trabajos que requieren movimientos repetitivos</b> |                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |
| 25                                                    | Conoces las técnicas para realizar giros con tu cuerpo                                                                                                                          |   |   |   |   |   |
| 26                                                    | Tienes rotación de actividades con tus compañeros de trabajo para evitar movimientos repetitivos.                                                                               |   |   |   |   |   |

|    |                                                                                                    |  |  |  |  |  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 27 | Durante tu jornal laboral realizas pausas para evitar lesiones.                                    |  |  |  |  |  |
| 28 | Tu supervisor te ayuda a mejorar la técnica de trabajo                                             |  |  |  |  |  |
| 29 | Utilizar andamios, bancos de madera u otras ayudas que mejoren tu postura durante las actividades. |  |  |  |  |  |

|                            | Factores Técnicos                                                                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| <b>Maquinaria</b>          |                                                                                                |   |   |   |   |   |
| 30                         | Conoces como operar de forma segura la maquinaria de trabajo.                                  |   |   |   |   |   |
| 31                         | Antes de iniciar operaciones realizas el check list a tu maquinaria de trabajo.                |   |   |   |   |   |
| 32                         | La empresa le proporciona mantenimiento a la maquinaria que utilizas.                          |   |   |   |   |   |
| 33                         | Conoces la ficha técnica del equipo que operas.                                                |   |   |   |   |   |
| <b>Herramienta</b>         |                                                                                                |   |   |   |   |   |
| 34                         | Conoces como operar de forma segura la herramienta con la que trabajas.                        |   |   |   |   |   |
| 35                         | Antes de iniciar operaciones revisas tu herramienta de trabajo.                                |   |   |   |   |   |
| 36                         | Conoces la ficha técnica de la herramienta con la que realizas tus actividades                 |   |   |   |   |   |
| 37                         | Se te cambia la herramienta al estar dañada o en mal estado                                    |   |   |   |   |   |
| <b>Equipo pesado móvil</b> |                                                                                                |   |   |   |   |   |
| 38                         | La empresa le proporciona mantenimiento al equipo móvil                                        |   |   |   |   |   |
| 39                         | Lo operadores del equipo móvil pesado realizan un check list previo a la operación del equipo. |   |   |   |   |   |
| 40                         | Los equipos móviles no presentan fallas                                                        |   |   |   |   |   |
| 41                         | Los operadores de los equipos móviles tienen una revisión médica previa a su operación.        |   |   |   |   |   |

## ANEXO D FICHA TÉCNICA DEL PERFIL DE EXPERTOS

### Matriz de perfil de expertos

| <b>VARIABLES</b> | <b>ATRIBUTOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ocupación        | Líder de seguridad en el sector de la construcción.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Experiencia      | Al menos 4 años.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Capacitación     | <p>Certificación DC3 en:</p> <p style="text-align: center;">NOM-STPS-031 condiciones de salud,<br/>seguridad e higiene en la industria de la construcción,<br/>montaje y desmontaje de andamios, seguridad en espacios<br/>confinados, seguridad para trabajos en alturas,<br/>Curso básico de eslingas y maniobras.</p> |

**ANEXO E**  
**EXPERTOS QUE VALORARON Y RETROALIMENTARON EL**  
**INSTRUMENTO**

**Ingeniero Manuela Flores Romero**

Capacitador certificado por DC-3 de las STPS

| <b>Nombre del Curso</b>                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seguridad e Higiene en la Construcción.                                                            |
| Seguridad en Operación de grúas móviles.                                                           |
| Seguridad en Construcción Nom-031-STPS.                                                            |
| Análisis de Seguridad en el Trabajo (JSA, AST, JHA).                                               |
| Mantenimiento a equipos industriales.                                                              |
| Curso de seguridad industrial, salud y protección ambiental SSPA.                                  |
| Curso de inducción de seguridad para actividades de corte y soldadura con equipo de Oxi-Acetileno. |
| Andamios (curso de maniobras).                                                                     |
| Maniobras e Izajes (curso de maniobras).                                                           |
| Contra incendio Avanzado Nivel II/III.                                                             |

**Experiencia laboral:**

MANSEI, S.A. de C.V como líder de seguridad

MACOHISA, Desarrollo de Proyectos Industriales DPI S.A. de C.V. como líder de seguridad

C.A.C.S.A. Sociedad en Construcción de Acero S.A. de C.V como jefa de seguridad

MEHISA, Mantenimiento y Montajes Especiales de Hidalgo S.A. de C.V como líder de seguridad

## **Ingeniero LEONARDO DANIEL QUIROZ GARCÍA**

Capacitador certificado por DC-5 ante la STPS

| <b>Nombre del Curso</b>                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DC3 en alturas.                                                                                                                                  |
| DC3 en espacios confinados.                                                                                                                      |
| DC3 trabajos en caliente.                                                                                                                        |
| DC3 manejo de extintores                                                                                                                         |
| DC3 trabajos en caliente.                                                                                                                        |
| Zanjas y excavaciones.                                                                                                                           |
| Curso de contra incendios, aplicación de simulacros y brigadas, primeros auxilios básicos impartidos por protección civil del estado de Hidalgo. |
| Candadeo y etiquetado de energías peligrosas.                                                                                                    |
| NOM-STPS- 031, 024, 027 condiciones de salud, seguridad e higiene en la industria de la construcción                                             |
| Supervisor de seguridad industrial y salud ocupacional                                                                                           |
| Seguridad en recipientes sujetos a presión                                                                                                       |
| Trabajos seguros de corte y soldadura                                                                                                            |
| Montaje y desmontaje de andamios                                                                                                                 |
| Seguridad en espacios confinados                                                                                                                 |
| Seguridad para trabajos en alturas                                                                                                               |
| Seguridad e higiene en las instalaciones de Pemex refinación en las que laboran personal de contratistas                                         |
| Uso y manejo de extintores                                                                                                                       |
| Curso básico de eslingas y maniobras                                                                                                             |
| Seguridad en trabajos eléctricos                                                                                                                 |
| Formación de brigadas de emergencia (combate de incendios, primeros auxilios, búsqueda y rescate, evacuación y comunicación)                     |
| Seguridad industrial para áreas en construcción estándar OSHA 1926                                                                               |
| Básico de seguridad industrial                                                                                                                   |

### **Experiencia laboral**

Supervisor de seguridad en MIR (Mantenimientos Industriales Ramírez). Atotonilco de Tula, Hgo.

Experiencia Laboral:

Líder de Seguridad en MANSEI (Mantenimiento y Servicios Industrial) Atotonilco de Tula, Hgo.

Coordinador de seguridad, salud y medio ambiente PMF (Procesos de Mantenimiento y Fabricación) y CEMEX, Atotonilco de Tula, Hgo.

Coordinador de seguridad, salud y medio ambiente. AMIC INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A DE C.V. (construcción y montaje de edificios principales en la estación de compresión de gas para gasoductos la laguna.

### **Ing. Moisés Rosalío Rojas Blanco**

Jefe de control de calidad en montaje de equipos mecánicos en Turbo-Mex.

Capacitador en PND en Inspección Visual de Soldaduras Nivel I y II, PND en Pruebas de Hermeticidad Nivel –II.

### **Experiencia laboral:**

Fabricaciones Industriales MAO, S.A. de C.V. como inspector de calidad

MEHISA, S.A. de C.V. como inspector de calidad

### **Ingeniero Omar Melgarejo**

Supervisor de seguridad en MICESA.

| <b>Nombre del Curso</b>                 |
|-----------------------------------------|
| Seguridad e Higiene en la Construcción  |
| Montaje y desmontaje de andamios        |
| Seguridad en Operación de grúas móviles |
| Seguridad en Construcción Nom-031-STPS  |

|                                         |
|-----------------------------------------|
| Mantenimiento a equipos industriales    |
| Andamios (curso de maniobras)           |
| Maniobras e Izajes (curso de maniobras) |
| Espacios confinados                     |

**Experiencia como líder de seguridad laboral en:**

Refinería Miguel Hidalgo

TAMZSA

CEMENTOS FORTALEZA

SERMAN

CARGILL

CIELCO

MICHELIN MEZQUITE

**Ingeniero Gustavo Portillo Guzmán**

Gerente de Calidad en ASME.

| <b>Nombre del Curso</b>                 |
|-----------------------------------------|
| Seguridad en Operación de grúas móviles |
| Seguridad en Construcción Nom-031-STPS  |
| Mantenimiento a equipos industriales    |
| Andamios (curso de maniobras)           |
| Seguridad e Higiene en la Construcción  |

**Experiencia como supervisor de calidad y seguridad industrial:**

Constructora ATZCO.

Consorcio Industrial Cadereyta.

TAPIA.

Refrigeración industrial Mexicana.

MEHISA.

**Ingeniero Alán Álvarez Reyna**

Jefe de seguridad de la constructora de obra mecánica, eléctrica, civil e industrial

**Experiencia como líder de seguridad en:**

Constructora ATZCO Zona Tula, Refinería.

Constructora ATZO Zona Salamanca.

Grupo HOSTO Zona Tula, Refinería

# **Occupational Safety Knowledge Management with Performance Indicators as a Strategy for the Reduction of Accidents in the Construction Sector in Mexico**

***Martha Patricia Quintero, Student***  
***Juan Carlos Pérez, Project Director and Professor***  
***Gerardo de Jesús López, Professor***  
***Emmanuel Olivera, Professor***

PhD in Strategic Planning and Technology  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

doi: 10.19044/esj.2017.v13n23p342 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n23p342](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n23p342)

---

## **Abstract**

The construction industry is one of the key contributors to a country's economy. It accounts for 13.4% of total annual production. The construction sector has specific characteristics such as dynamic work and uncertain conditions; therefore, it tends to cause occupational accidents. Another one of its features is the temporary nature of its projects. This characteristic leads to the loss of learning and disappearance of workers at the end of each project inhibiting workers from gaining experience. The aim of this paper is to propose a model of knowledge management in occupational safety that limits or stops the loss of knowledge, covers the dynamic needs of the construction sector and helps to reduce accidents at work. The present research method is exploratory; it identifies the elements or strategies of the stages of knowledge management that allow the reduction of accidents in the construction sector. As a result of this research, the authors have proposed a model which is able to manage the knowledge generating learning from its elements. Some key safety performance indicators as strategies to reduce occupational accidents are discussed.

---

**Keywords:** Construction; Knowledge Management; Occupational Safety; Safety Performance Indicators

## **Introduction**

The construction industry is one of the key contributors to a country's economy (Solís-Carcaño and Arcudia-Abad, 2011, p. 155). The global

construction industry accounts for 13.4% of total annual production (Global Construction Perspectives and Oxford Economics, 2011, p. 6) and employs around 7% of the world's labor force. It is, however, also responsible for 30-40% of work-related deaths (Sunindijo and Zou, 2011, p. 605).

In industrialized countries, the construction industry employs 6 to 10% of the labor force and accounts for 20 to 40% of fatalities at work; in underdeveloped countries, there is a similar propensity, and some instances are worse than the ones in industrialized nations (Ranheem and Hinze, 2014, p. 276).

The construction industry has a high incidence rate in the world. In 2014, Hong Kong had a 41.9 accident rate per 1,000 workers (Occupational Safety and Health Branch Labor Department, 2015, p. 2). In Mexico, the construction sector has the highest number of labor related deaths, and it had an accident rate of 2.0 per 10,000 workers in 2015 (IMSS, 2015).

The characteristics of the construction sector are its dynamic nature (Swueste, Frijters, and Guldenmund, 2012, p. 1334), uncertain conditions (Gurcanli, and Mungen, 2009, p. 372), hazardous features and unpredictable changes (Maryani, Wignjosoebroto, and Partiwi, 2015, p. 392).

In the construction sector, the work is mainly through projects. Projects are transitional. The knowledge and experience are lost when projects finish (Esmi, and Ennals, 2009, p. 197). The lack of knowledge management in safety causes lost knowledge (Grover, and Froese, 2016, p. 1283). The missed opportunities for learning trigger reoccurring accidents (Gressgard, 2014, p. 53; Sabran, March 2016, p. 1180). Knowledge management in construction projects avoids the repetition of accidents through registration and documentation of the efficient way of performing a job.

Only one previous study exists which proposes strategies to improve the knowledge management in occupational safety in the construction sector presented as a case study (Hallowell, 2011, p. 210). The papers related to the management of occupational safety knowledge presented in the literature did not show the required elements in each stage of knowledge management (Grover and Froese, 2016, p. 1283; Shirouyehzad, Mokhtab, and Berjis, 2017, p. 77), and those papers were not related to the construction sector.

Knowledge management is an intangible asset (Dickel and De Moura, 2016, p. 212) and a necessary element to improve, formalize and automate an organization (Chang, 2015, p. 434). The objective of knowledge management is to make the correct decisions that allow organizations to gain a competitive advantage (Kebede, 2010, p. 421); as a result, knowledge management is a key factor for global guidelines (Dickel and De Moura, 2016, p. 211).

The causes of most workplace accidents in the construction industry are negligent management (Cheng, Leu, Lin and Fan, 2010, p. 701), lack of

workers' capacity to assess risks, lack of supervision and loss of control at the worksite (Titas, 2013, p. 239; Cheng et al., 2010, p. 703-704).

A cause of accidents in the construction sector in Mexico is that workers have reduced the culture of awareness toward safety; consequently, they do not take the necessary precautions in their work activities. Furthermore, they do not consider themselves capable of preventing an accident, and they have received little or in some cases no training in their work life about job safety (Solís-Carcaño and Arcudia-Abad, 2011, p. 161).

A construction worker in Mexico must have knowledge of the proper handling of hazardous chemicals, safety knowledge to provide maintenance or repair in contaminated atmospheres as well as knowledge of the safe use of mobile equipment (Solís-Carcaño and Arcudia-Abad, 2011, p. 161).

Organizations with lower accident rates are characterized by occupational safety and health communication between workers and supervisors every day, regular safety inspections, higher priority on safety at meetings and decisions concerning labor practices, through accident investigation and finally empowerment of workers (Vinodkumar and Bhasi, 2010, p. 2083).

The safety strategies that help to reduce labor related accidents in the construction industry are near miss reports, audit programs, supplier safety inspections, behavior-based observation (Hallowell, Hinze, Baud and Wehle, 2013, p. 04013010-5), workers' participation in perception surveys, the involvement of every contractor in safety meetings, a worker to worker observation program (Hinze, Hallowell and Baud, 2013, p. 04013006-6) and job safety analysis (Hallowell, 2011, p. 209).

Safety indicators are tools to encourage individuals to work safely, monitor and provide information on organizational performance and increase organizational safety potential (Reiman and Pietikainen, 2012, p. 1994).

Safety indicators are divided into lagging indicators and leading indicators. Sinelnikov, Inouye, and Kerper (2015) have described both lagging indicators and leading indicators. Lagging indicators are the basis for organizations to assess occupational safety performance such as injury and mortality rates. However, lagging indicators are considered to be of little use because they measure the failure or damage already caused. Leading indicators inform preventively of an accident in an attempt to avoid it. (p. 241 - 242).

Meanwhile, Hopkins (2009) describes leading indicators as active and lagging indicators as reactive. (p. 462). Knegtering and Pasman (2009), as well as Zwetsloot (2009), defined leading indicators as a quality measure for system management and lagging indicators as precursors to the loss of control of incidents. (p. 165; p. 496).

Researchers have identified the types of safety performance indicators. Some leading indicators are behavior-based observations, near accidents, audits, training, meeting, incident investigation (Sinelnikov et al. 2015, p. 243) and benchmarking (Hohn and Duden, January 2009, p. 4).

Other researchers have considered safety systems, management and leadership committees, occupational safety and health inspections and audits, consultation and communication about OSH (Shea, De Cieri, Donohue, Cooper, and Sheehan, 2016, p. 294; Sheehan, Donohue, Shea, Cooper, and De Cieri, 2016, p. 130) and job safety analysis (Rozenfeld, Sacks, Rosenfeld, and Baum, 2010, p. 491; Lingard, Hallowell, Salas, and Pirzadeh, 2017, p. 210) as leading indicators.

Lagging indicators are accidents, injuries or damage (Christian, Bradley, Wallace and Burke, 2009, p. 1107; Sinelnikov et al., 2015, p. 241).

The learning from accidents and incidents is a fundamental element in the safety performance by avoiding the same flaws that caused the accident (Lindberg, Hansson and Rollenhagen, 2010, p. 714). Learning from accidents is to acquire, examine and communicate the knowledge they have generated (Lindberg et al., 2010, p. 714).

Learning from incidents and the exchange of information among construction workers reduces the probability and severity of occupational accidents (Goh and Chua, 2013, p. 460). Inexperienced workers demonstrate behaviors which do not assess the risks to that of which they are exposed to in the workplace (Cooper, 2001, p. 215).

Drupsteen and Wybo (2015), state that there are two learning processes: learning from weak signals and learning from incidents. Therefore, it requires gathering and detecting information in a different way for efficient use that allows learning from it. (p. 31).

At one end, the weak or alert signals for the first stage of the Drupsteen and Wybo Model (2015) must be detected, interpreted, transmitted and prioritized. Furthermore, incidents or accidents should be reported, investigated and prioritized. Subsequent stages are similar for weak signals and events which are to investigate, follow up and finally evaluate. (p. 31).

The analysis of weak signals is a useful factor in knowledge management (Kaivo-oja, 2012, p. 206). Occupational safety management must "identify weak signals and interpret early warnings" to stop risk from continually becoming a disaster (Macrae, 2014, p. 2).

The objective of this research is to propose a model of occupational safety knowledge management that avoids the loss of knowledge, covers the dynamic needs of the construction sector and helps to reduce work accidents.

## **Method**

The present investigation was exploratory. The search focused on work accidents. The research was carried out with a vision from the general to the particular. During the inquiry process, it identified that the construction industry is one of the sectors with the highest accident rates.

It detected that one of the causes of accidents in the construction sector is due to the lack of knowledge management. The literature review showed that there is a lack of research in the elements of the stages of knowledge management in occupational safety.

The research identified strategies or elements of the stages of knowledge management that allow the reduction of accidents in the construction sector. It discovered that some items of the stages of knowledge management are performance safety indicators.

The following databases have been used to obtain an overview of the available literature: Elsevier, ASCE, Emerald, Taylor & Francis, Wiley, among others. Different journals were referenced such as Safety Science, Accident Analysis, and Prevention, Journal of Management in Engineering, Journal of Knowledge Management, Professional Safety, Construction Management and Economics, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Journal of Safety Research, Procedia Engineering and Procedia Manufacturing.

Searches focused on titles, keywords, abstracts and latest publications. The search strings used were knowledge management, knowledge management in occupational safety and health, knowledge management in the construction sector, occupational safety in the construction industry Mexico and safety performance indicators: leading indicators, lagging indicators and learning experience. The articles were analyzed and categorized according to their main subjects. Finally, the model was structured identifying the necessary elements of each stage.

Different countries have investigated the lines of research addressed in this project. Safety in the construction sector has been the topic of a study in the United States, Indonesia, United Kingdom, Mexico, Netherlands, among others due to the high global accident rate in the construction sector.

In one case, the management of knowledge in the construction sector has been studied in the United Kingdom. In another instance, safety knowledge management has been examined in the United States, Malaysia, and Iran. Moreover, learning from experience has been analyzed in Germany and France.

## Results

The present research is the first part of a project that has been carried out, which shows, as a result, the model for the knowledge management of occupational safety in the construction sector.

The project emerges from the interest of knowledge management of occupational safety in the construction sector. The model consists of three stages of knowledge management (Figure 1). They are knowledge acquisition, knowledge transfer and application and finally knowledge storage (Alavi and Leidner, 2001, p. 115; Svetlik and Stavrou-Costea, 2007, p. 200-201).

In the first stage, the proposal is to acquire knowledge from external and internal sources.

Of the external sources, the legal aspect considered was STPS, which is a required source in Mexico. However, this proposed model considered other optional international safety agencies in the construction sector like OSHA and AGC of America. Furthermore, it consulted technical data sheets from suppliers of tools, machinery, and equipment, material safety data sheets from suppliers of materials and finally updated information through academic publications and occupational safety benchmarking.

Referring to internal sources, the model proposes to acquire information and generate learning through the experience of the safety performance indicators marked in the literature. Accidents are the lagging indicators (Christian et al., 2009, p. 1107; Sinelnikov et al., 2015, p. 241). Moreover, the leading indicators are near accidents (Sinelnikov et al., 2015, p. 241), behavior-based observations, (Jasiulewicz-Kaczmarek, Szwedzka, and Szczuka, 2015, p. 4878; Sinelnikov et al., 2015, p. 243) and self-inspections (Shea et al., 2016, p. 296; Papazoglou, Aneziris, Bellamy, Ale, and Oh, 2017, p. 162; Yamin, Parker, Xi and Stanley, 2017, p. 1).

This proposal applies the Drupsteen (2015) sequence of learning from experience for knowledge acquisition. Accidents considered to be lagging indicators must be reported, investigated and prioritized. Leading indicators such as near accidents, behavior-based observations and self-inspections of the tools, machinery, and equipment must be detected, interpreted and prioritized to detect weak signals and alarms. (p. 31).

The transfer and application stage has been determined to be the second stage because the transfer of knowledge in the construction sector is passive and few workers consult the stored information (Hallowell, 2011, p. 205).

For the second stage, of transfer and application, the proposal is to create four tools through the use of work teams. Communities of practice (CoPs) is one of the most used work groups by the construction sector (Tan et al., 2011, p. 339).

The CoPs support the exchange of knowledge and the generation of new knowledge through the collaboration of the members of the organization (Kaivo-Oja, 2012, p. 214). The CoPs should be constituted by the foreman, the safety leader, the site manager and the suppliers of materials, tools, machinery and equipment.

The safety tools are job safety analysis, which provides, as a result, safe work procedures, behavior-based safety, planned self-inspections of tools, machinery and equipment and finally a layout of occupational safety critical control points (LOSCCP). These tools will analyze and evaluate the risks, which are indicated in the model of learning from experiences (Drupsteen and Wybo, 2015, p. 31).

From this model, the concept of occupational safety critical control points (OSCCP) emerges from the System Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP). HACCP is a tool that ensures the safety of food production (El-Hofi, El-Tanboly, and Ismail, 2010, p. 332). The Critical Control Point (CCP) is "a practical place, procedure or process that can be controlled to prevent, eliminate or reduce the risk to acceptable levels" (Cusato, Tavolaro, and de Oliveira, 2012, p. 22).

In this paper, occupational safety critical control points (OSCCP) are places where risks increase in the construction sector. The occupational safety critical control points are the identification of locations where the operation of multiple pieces of mobile equipment and worker activities combine (Marks and Teizer, 2013, p. 636), and simultaneous work at different floor levels in the same job area occurs (Manu, Ankrah, Proverbs, and Suresh, 2010, p. 689). This manuscript proposes to elaborate a lay out with OSCCP every time the civil work advances in the project.

For the knowledge application stage, it is necessary to implement those generated tools: the safe work procedures, the behavior-based safety, planned self-inspections of tools, machinery, and equipment as well as the lay out of the OSCCP to detect weak signals. If these instruments fail, there will be accidents again which will serve as feedback for learning. This process provides the opportunity to follow the learning to generate experiences (Drupsteen, 2015, p. 31).

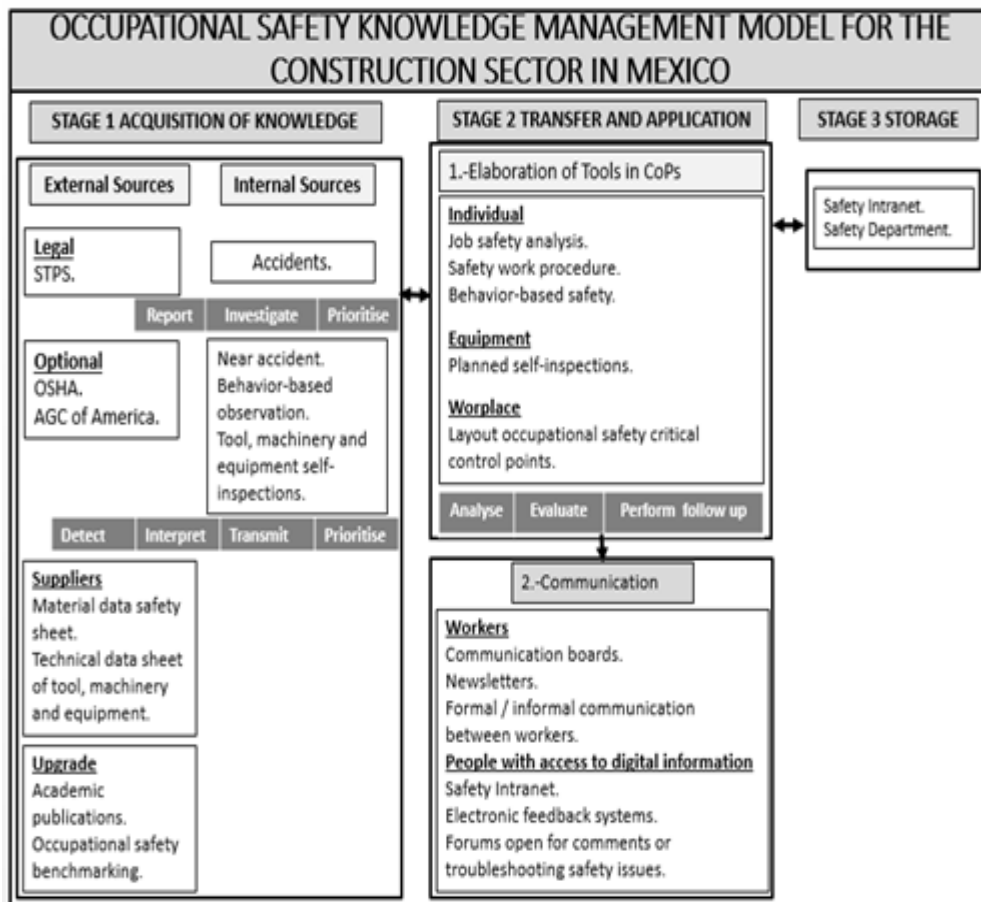
During the same stage, the elaborated tools will be communicated since communication is an indispensable component in knowledge management (Uslu, and Çubuk, 2015, p. 407). The media has been divided into two sections because workers and low-level staff rarely consult the information required online (Hallowell, 2011, p. 205) and the lack of communication in the construction sector in Mexico has been a cause of accidents (Solís-Carcaño and Franco-Poot, 2014, p. 10).

The elaborated tools will be shared with the workers through communication boards, newsletters, formal/informal communication

between employees and to other interested parties with access to digital information via safety intranet, electronic feedback systems and open forums with commentary or safety troubleshooting.

Finally, the last stage, the information storage will be in the safety department for print media and the intranet system of safety for digital media.

Figure 1. The Proposed Model of Knowledge Management of Occupational Safety for the Construction Sector in Mexico.



Source: Authors, 2017.

## Discussion

The elements of knowledge management in occupational safety that can avoid the loss of knowledge, cover the dynamic needs of the construction and influence the reduction of work accidents were identified through literary review (Table 1). It found that some of these elements are indicators of safety performance, where it is proposed to learn from them, based on the model of learning with a tendency to experience (Drupsteen and Wybo, 2015, p. 31).

Table 1. Strategies for Occupational Safety Knowledge Management to Cover the Objective of this Paper.

| Strategy                           | Avoid loss of Knowledge                                                                                     | Cover the dynamics needs | Avoid the occupational accidents                                                                                   | Safety performance indicators                                        |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| STPS                               |                                                                                                             |                          | X<br>(STPS, 2011, p. 2)                                                                                            |                                                                      |
| OSHA                               |                                                                                                             |                          | X<br>(OSHA, 1990, p. 3;<br>OSHA, 2011, p. 1)                                                                       |                                                                      |
| AGC of America                     |                                                                                                             |                          | X<br>(Hallowell, 2011, p. 209)                                                                                     |                                                                      |
| Material safety data sheets        |                                                                                                             |                          | X<br>(Nicol, Hurrell, Wahyuni, McDowall, and Chu, 2008, p. 861-862).                                               |                                                                      |
| Technical data sheets of equipment |                                                                                                             |                          | X<br>(INSHT, 2016, p. 1)                                                                                           |                                                                      |
| Academic publications              |                                                                                                             |                          | X<br>(Hallowell, 2011, p. 207)                                                                                     |                                                                      |
| Occupational safety benchmarking   |                                                                                                             |                          | X<br>(Hohn and Duden, 2009, p. 4;<br>Saunders, McCoy, Kleiner, Lingard, Cooke, Mills, and Wakefield, 2016, p. 926) | X<br>(Hohn and Duden, 2009, p. 4)                                    |
| Accident reports                   | X<br>(Lindberg et al., 2010, p. 714;<br>Salguero-Caparrros, Suarez-Cebador, and Rubio-Romero, 2015, p. 329) |                          | X<br>(Lindberg et al., 2010, p.714;<br>Salguero-Caparrros, et al., 2015, p. 329)                                   | X<br>(Christian et al., 2009, p.1104;<br>Pawłowska, Z. 2015, p. 284) |
| Near-accident reports              | X<br>(Chua, and Goh, 2004, p. 543; Goh and Chua, 2013, p. 460)                                              |                          | X<br>(Goh and Chua, 2013, p. 466;<br>Hallowell et al., 2013, p. 04013010-5)                                        | X<br>(Sinelnikov et al., 2015, p. 241)                               |

|                                                           |                                                    |                                                    |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Behavior based Safety/ behavior-based observations</b> | X<br>(Jasiulewicz-Kaczmarek et al., 2015, p. 4877) | X<br>(Jasiulewicz-Kaczmarek et al., 2015, p. 4878) | X<br>(Ismail, Hashim, Zuriea, Ismail, Kamarudin, and Baharom, 2012, p. 587; Hallowell et al., 2013, p. 04013010-5; Hinze et al., 2013, p. 04013006-6; Li, Lu, Hsu, Gray and Huang, 2015, p. 108) | X<br>(Jasiulewicz-Kaczmarek et al., 2015, p. 4878; Sinelnikov et al., 2015, p. 243)         |
| <b>Self-inspections</b>                                   |                                                    | X<br>(Yamin et al., 2017, p. 1)                    | X<br>(Hallowell et al., 2013, p. 04013010-5; Yamin et al., 2017, p. 1)                                                                                                                           | X<br>(Shea et al., 2016, p. 296; Papazoglou et al., 2017, p. 162; Yamin et al., 2017, p. 1) |
| <b>Job Safety Analysis</b>                                | X<br>(Rozenfeld et al., 2010, p. 491)              |                                                    | X<br>(Glenn, 2011, p. 48; Hallowell, 2011, p. 209; Ismail et al., 2012, p. 590)                                                                                                                  | X<br>(Rozenfeld et al., 2010, p. 491; Lingard et al., 2017, p. 210)                         |
| <b>Communications</b>                                     | (Vinodkumar and Bhasi, 2010, p. 2091)              |                                                    | X<br>(Vinodkumar and Bhasi, 2010, p. 2083)                                                                                                                                                       | X<br>(Shea et al., 2016, p. 296; Sheehan et al., 2016, p. 130)                              |

Source: Authors, 2017.

In contrast to other articles, safety performance indicators were classified as lagging indicators and leading indicators to learn from them.

In this model, a new concept has emerged. The new concept is occupational safety critical control points (OSCCP). In this paper, the OSCCP are places where risks increase during the process of the construction project. In identifying OSCCPs before the working day, all workers involved in this area can be informed of the activities and risks that they are exposed to so they can work preventively.

The stages of the knowledge management model in occupational safety can be used as a systematic plan to reuse information and learn from injuries considering past projects. The limitation of the model is not having specified the size of the company and the type of project to which it can be applied to in the construction sector.

## Conclusion

The construction sector has one of the highest incidence rates. The lack of knowledge management is one of the causes of accidents in the construction industry. There is only one study that has proposed strategies

for the improvement of knowledge management in occupational safety in the construction industry, and this research was carried out by Hallowell as a case study (Hallowell, 2011, p. 210).

This model proposes to acquire information and generate knowledge to stop the recurrence of accidents and avoid the loss of learning after each project. This paper clarifies the elements of occupational safety required in each stage of knowledge management in the construction sector. Some of the items are occupational safety performance indicators: leading and lagging. These items may need further attention in both research and practice.

The OSCCP is a new concept. This idea emerges in this paper. The OSCCP identifies the dangerous places when there is combined worker activities or operation of mobile equipment at the same time; congestion of the worksite is one of the reasons for accidents in this sector (Manu et al., 2010, p. 688).

The proposed occupational safety critical control points arise from the identification of fatal accidents in the construction sector; approximately 21% of fatal accidents resulted from workers being struck by an object or some piece of construction equipment (Marks and Teizer, 2013, p. 637).

The model can be applied as a step-by-step guide to obtain knowledge. The first stage identifies internal and external sources to acquire the necessary knowledge in the construction sector. The second stage has the purpose of transforming tacit knowledge into explicit knowledge through CoPs, with the elaboration of JSA, BBS, planned inspections and layout of occupational safety critical control points. The next stage transfers explicit knowledge of occupational safety. It is based on explicit knowledge since it is more useful than tacit knowledge (Hallowell et al., 2011, p. 209).

Finally, in the third stage, the information must be available to interested parties through print media stored in the safety department and through digital media on the intranet.

## References:

1. Alavi, M., and Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 107-136.
2. Chang, C. L. H., & Lin, T. C. (2015). *The role of organizational culture in the knowledge management process*. *Journal of Knowledge Management*, 19(3), 433-455.
3. Cheng, C. W., Leu, S. S., Lin, C. C., and Fan, C. (2010). *Characteristic analysis of occupational accidents at small construction enterprises*. *Safety Science*, 48(6), 698-707.

4. Christian, M. S., Bradley, J. C., Wallace, J. C., and Burke, M. J. (2009). *Workplace safety: a meta-analysis of the roles of person and situation factors*. Journal of Applied Psychology, 94(5), 1103-1127.
5. Chua, D. K., & Goh, Y. M. (2004). *Incident causation model for improving feedback of safety knowledge*. Journal of Construction Engineering and Management, 130(4), 542-551.
6. Cooper, D., (2001). *Improving safety culture: a practical guide*. Applied Behavioural Sciences. Recuperado de: [http://behavioural-safety.com/articles/Improving\\_safety\\_culture\\_a\\_practical\\_guide.pdf](http://behavioural-safety.com/articles/Improving_safety_culture_a_practical_guide.pdf)
7. Cusato, S., Tavolaro, P., & de Oliveira, C. A. F. (2012). *Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Points System in the Food Industry: Impact on Safety and the Environment*. Novel Technologies in Food Science, 21-37.
8. Dickel, D. G., and de Moura, G. L. (2016). *Organizational performance evaluation in intangible criteria: a model based*. RAI Revista de Administração e Inovação, (13) 211–220.
9. Drupsteen, L., and Wybo, J. L. (2015). *Assessing propensity to learn from safety-related events*. Safety Science, 71, 28-38.
10. El-Hofi, M., El-Tanboly, E. S., and Ismail, A. (2010). *Implementation of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) system to UF white cheese production line*. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 9(3), 331-342.
11. Esmi, R., and Ennals, R. (2009). *Knowledge management in construction companies in the UK*. AI & Society, 24(2), 197-203.
12. Glenn D., 2011. *Job safety analysis is Its Role Today*. ProfessionalSafety. 48-57.
13. Global Construction Perspectives and Oxford Economics. (2009). *Global construction 2020 A Global forecast for the construction industry over the next decade to 2020*. Oxford Economics, London. Recuperado de <https://wcoeusa.org/sites/default/files/RICSGlobalConstructionForecast2020%5B1%5D.pdf>
14. Goh, Y. M., & Chua, D. (2013). *Neural network analysis of construction safety management systems: a case study in Singapore*. Construction Management and Economics, 31(5), 460-470.
15. Gressgård, L. J. (2014). *Knowledge management and safety compliance in a high-risk distributed organizational system*. Safety and health at work, 5(2), 53-59.
16. Grover, R., and Froese, T. M. (2016). *Knowledge Management in Construction Using a SocioBIM Platform: A Case Study of AYO Smart Home Project*. Procedia Engineering, 145, 1283-1290.

17. Gürcanlı, G. E., and Müngen, U. (2009). *An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets*. International Journal of Industrial Ergonomics, 39(2), 371-387.
18. Hallowell, M. R. (2011). *Safety-knowledge management in American construction organizations*. Journal of Management in Engineering, 28(2), 203-211.
19. Hallowell, M. R., Hinze, J. W., Baud, K. C., & Wehle, A. (2013). *Proactive construction safety control: Measuring, monitoring, and responding to safety leading indicators*. Journal of Construction Engineering and Management, 139(10), 04013010-1-04013010-8.
20. Hinze, J., Hallowell, M., & Baud, K. (2013). *Construction-safety best practices and relationships to safety performance*. Journal of Construction Engineering and Management, 139(10), 04013006-1-04013006-8.
21. Hohn, T., and Duden, D. (January, 2009). *Benchmarking your Leading Safety Indicators to Manage Jobsite Risk. Professional Development Conference and Exhibition*. American Society of Safety Engineers, 1-7.
22. Hopkins, A., (2009). *Thinking about process safety indicator*. Safety Science 47 (4), 460-465.
23. IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social). (2015). *Memoria estadística 2015*. Instituto Mexicano del Seguro Social. Recuperado de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2015>.
24. Ismail, F., Hashim, A. E., Zuriea, W., Ismail, W., Kamarudin, H., & Baharom, Z. A. (2012). *Behaviour based approach for quality and safety environment improvement: Malaysian experience in the oil and gas industry*. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 35, 586-594.
25. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). (2016). *Notas Técnicas de Prevención, Grúas móviles autopropulsadas: seguridad*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de <http://insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1066a1077/ntp-1077.pdf>
26. Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Szwedzka, K., & Szczuka, M. (2015). *Behaviour based intervention for occupational safety-case study*. Procedia Manufacturing, 3, 4876-4883.
27. Kaivo-oja, J. (2012). *Weak signals analysis, knowledge management theory and systemic socio-cultural transitions*. Futures, 44(3), 206-217.

28. Kebede, G. (2010). *Knowledge management: An information science perspective. International. Journal of Information Management*, 30(5), 416-424.
29. Kneegtering, B., and Pasman, H. J. (2009). *Safety of the process industries in the 21st century: a changing need of process safety management for a changing industry. Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(2), 162-168.
30. Li, H., Lu, M., Hsu, S. C., Gray, M., and Huang, T. (2015). *Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement. Safety Science*, 75, 107-117.
31. Lindberg, A. K., Hansson, S. O., and Rollenhagen, C. (2010). *Learning from accidents—what more do we need to know?. Safety Science*, 48(6), 714-721.
32. Lingard, H., Hallowell, M., Salas, R., & Pirzadeh, P. (2017). *Leading or lagging? Temporal analysis of safety indicators on a large infrastructure construction project. Safety science*, 91, 206-220.
33. Macrae, C. (2014). *Early warnings, weak signals and learning from healthcare disasters. BMJ quality and safety*, 23, 1-6.
34. Manu P., Ankrah n., Proverbs D., Suresh S. (2010). *An approach for determining the extent of contribution of construction Project feature to accident causation. Safety Science* 48(1), 687-692.
35. Marks, E. D., and Teizer, J. (2013). *Method for testing proximity detection and alert technology for safe construction equipment operation. Construction Management and Economics*, 31(6), 636-646.
36. Maryani, A., Wignjosoebroto, S., & Partiw, S. G. (2015). *A system dynamics approach for modeling construction accidents. Procedia Manufacturing*, 4, 392-401.
37. Nicol, A. M., Hurrell, A. C., Wahyuni, D., McDowall, W., & Chu, W. (2008). *Accuracy, comprehensibility, and use of material safety data sheets: A review. American journal of industrial medicine*, 51(11), 861-876.
38. Occupational safety and health branch labor department, (August, 2015). *Occupational safety and health statistics bulletin. Issue 15. Hong Kong. Recuperado de: <http://www.labour.gov.hk/eng/osh/pdf/Bulletin2014.pdf>*
39. OSHA (Occupational Safety and Health Administration). (2011). *Construction focus four: Outreach training packet. OSHA Directorate of Training and Education, Washington, DC.*
40. OSHA. (Occupational Safety and Health Administration) (1990). *Analysis of construction fatalities. The OSHA data base 1985-1989. Washington, D.C.*

41. Papazoglou, I. A., Aneziris, O. N., Bellamy, L. J., Ale, B. J. M., and Oh, J. (2017). Quantitative occupational risk model: Single hazard. *Reliability Engineering & System Safety*, 160, 162-173.
42. Pawłowska, Z. (2015). Using lagging and leading indicators for the evaluation of occupational safety and health performance in industry. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21(3), 284-290.
43. Raheem, A.A., & Hinze, J.W. (2014). *Disparity between construction safety standards: A global analysis*. *Safety Science*, 70, 276–287.
44. Reiman, T., Pietikäinen, E. (2012). *Leading indicators of system safety—monitoring and driving the organizational safety potential*. *Safety Science* 50 (10), 1993–2000.
45. Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., & Baum, H. (2010). *Construction job safety analysis*. *Safety science*, 48(4), 491-498.
46. Sabran, A. S. H. (March, 2016). *Knowledge Management in Human Error in Accident Prevention*. Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Society International, Kuala Lumpur, Malaysia, 1180-1191.
47. Salguero-Caparrós, F., Suarez-Cebador, M., & Rubio-Romero, J. C. (2015). *Analysis of investigation reports on occupational accidents*. *Safety science*, 72, 329-336.
48. Saunders, L. W., McCoy, A. P., Kleiner, B. M., Lingard, H., Cooke, T., Mills, T., & Wakefield, R. (2016). *International benchmarking for performance improvement in construction safety and health*. *Benchmarking: An International Journal*, 23(4), 916-936.
49. Shea, T., De Cieri, H., Donohue, R., Cooper, B., and Sheehan, C. (2016). *Leading indicators of occupational health and safety: An employee and workplace level validation study*. *Safety Science*, 85, 293-304.
50. Sheehan, C., Donohue, R., Shea, T., Cooper, B., and De Cieri, H. (2016). *Leading and lagging indicators of occupational health and safety: The moderating role of safety leadership*. *Accident Analysis and Prevention*, 92, 130-138.
51. Shirouyehzad, H., Mokhtab Rafiee, F., and Berjis, N. (2017). *Performance evaluation and prioritization of organizations based on knowledge management and safety management approaches using DEA, a case study*. *Journal of Modelling in Management*, 12(1), 77-95.
52. Sinelnikov, S., Inouye, J., and Kerper, S. (2015). *Using leading indicators to measure occupational health and safety performance*. *Safety Science*, 72, 240-248.

53. Solís-Carca, R. G., and Franco-Poot, R. J. (2014). *Construction workers' perceptions of safety practices: A case study in Mexico*. Journal of Building Construction and Planning Research, 2(1), 1-11.
54. Solís-Carcaño, R. G., and Arcudia-Abad, C. E. (2011). *Construction-related accidents in the Yucatan Peninsula, Mexico*. Journal of Performance of Constructed Facilities, 27(2), 155-162.
55. Spear, J., (2010). *Measuring safety and health performance: a review of commonly used performance indicators*. Jerome E. Spear Consulting, 1–6.
56. STPS, 2011. NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-031.pdf>
57. Sunindijo, R. Y., & Zou, P. X. (2011). *Political skill for developing construction safety climate*. Journal of Construction Engineering and Management, 138(5), 605-612.
58. Svetlik, I., and Stavrou-Costea, E. (2007). *Connecting human resources management and knowledge management*. International. Journal of Manpower, 28(3/4), 197-206.
59. Swuste, P., Frijters, A., and 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.
60. Tan, H. C., Carrillo, P. M., and Anumba, C. J. (2011). *Case study of knowledge management implementation in a medium-sized construction sector firm*. Journal of Management in Engineering, 28(3), 338-347.
61. Titas, D. (2013). *Typical Solutions for the Construction Site Employees' Safety*. Procedia Engineering, 57, 238-243.
62. United States Department of Labor (1926). *Safety and health Regulations for Construction, Standard Number 1926*. Occupational Safety and Health Administration. Recuperado de [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search\\_form?p\\_doc\\_type=STANDARDS&p\\_toc\\_level=1&p\\_keyvalue=Construction](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search_form?p_doc_type=STANDARDS&p_toc_level=1&p_keyvalue=Construction).
63. Uslu, T., & Çubuk, D. (2015). *The effects of knowledge management and self-organization on organizational creativity: the mediating roles of corporate innovativeness and organizational communication*. International Journal of Organizational Leadership, 4(4), 403-412.
64. Vinodkumar, M. N., and Bhasi, M. (2010). *Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety*

- knowledge and motivation*. Accident Analysis & Prevention, 42(6), 2082-2093.
65. Yamin, S. C., Parker, D. L., Xi, M., & Stanley, R. (2017). *Self-audit of lockout/tagout in manufacturing workplaces: A pilot study*. American Journal of Industrial Medicine, 60(5), 1-6.
66. Zwetsloot, G. I. J. M. (2009). *Prospects and limitations of process safety performance indicators*. Safety Science, 47(4), 495-497.

## Anexo F Operacionalización de Variables.

El cuestionario fue construido a partir de las variables e indicadores planteados en el modelo de investigación.

### Variable Independiente: Elementos de la gestión del conocimiento en seguridad ocupacional

#### Etapas 1: Adquisición del conocimiento

##### a) Fuentes externas

| Variable                                                | Indicadores                               | Marco teórico                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Dimensión                        | Ítems Preguntas                                                                                                                                                                                  | Nivel de medición |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Adquisición del conocimiento de Fuentes Externas</b> | Secretaría del Trabajo y Previsión Social | Norma Oficial Mexicana. Las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas. (Diario Oficial de la Federación, 2009). | Conocimiento de las normas STPS. | Indica que estrategia utilizas para adquirir conocimiento proveniente de las fuentes externas para la reducción de los accidentes<br><br>1. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). | Cuestionario      |

|  |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                   |                                                          |              |
|--|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------|
|  | OSHA                                                 | El Programa de la Construcción de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) ayuda a los trabajadores de la industria de la construcción a entender los peligros que enfrentan y saber cuáles son las responsabilidades de su empleador con respecto a proteger a los trabajadores de los peligros en el lugar de trabajo (OSHA, 2011). | Conocimiento de las recomendaciones de la OSHA.                                                   | 2. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). | Cuestionario |
|  | Ficha técnica de la maquinaria, equipo y herramienta | La grúa es el principal equipo de transporte en la construcción (Raviv, et al., 2017) y contribuye a casi un tercio de todas las muertes y lesiones con discapacidad en el sector. (Neitzel, et al., 2001). Por lo tanto, es aconsejable conocer las especificaciones técnicas de los equipos para operar bajo las                                     | Conocimiento de la operación segura en base a la ficha técnica proporcionada por los proveedores. | 3. La ficha técnica del equipo de protección personal.   | Cuestionario |

|  |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |                                                        |              |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------|
|  |                                                    | condiciones técnicas del fabricante y reducir los riesgos inherentes a un funcionamiento inadecuado.                                                                                                                                                                        |                                                                                    |                                                        |              |
|  | La Ficha técnica del equipo de protección personal | Los programas de seguridad incluyen el equipo de protección como elemento para reducir los riesgos laborales que se presentan en el medio ambiente de trabajo (Aksorn, y Hadikusumo, 2008)                                                                                  | Conocer los parámetros de los equipos de protección personal para su uso adecuado. | 4. La ficha técnica del equipo de protección personal. | Cuestionario |
|  | La Hoja de Seguridad de los Materiales             | Las hojas de seguridad de los materiales identifican la información sobre productos incluyendo ingredientes peligrosos (incluyendo propiedades toxicológicas específicas), medidas de precaución para el manejo e información relevante de primeros auxilios y emergencias. |                                                                                    | 5. La hoja de seguridad de los materiales.             | Cuestionario |

|  |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |                                           |                     |
|--|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
|  |                                    | <p>Un trabajador de la construcción en México debe tener conocimiento del manejo adecuado de sustancias químicas peligrosas, conocimientos de seguridad para proporcionar mantenimiento o reparación en atmósferas contaminadas, así como conocimiento del uso seguro de equipos móviles (Solís-Carcaño y Arcudia-Abad, 2011, p. 161).</p> |                                                                                                   |                                           |                     |
|  | <p>Cursos de seguridad laboral</p> | <p>Programas de capacitación implementados para desarrollar empleados con conocimiento y habilidades (Al Haadir y Panuwatwanich, 2011).</p>                                                                                                                                                                                                | <p>Obtener conocimiento de los cursos externos, provisto por proveedores o asesores externos.</p> | <p>6. Los cursos de seguridad laboral</p> | <p>Cuestionario</p> |

|  |                                      |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                         |                                          |              |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------|
|  | El Benchmarking de seguridad laboral | Los datos del benchmarking muestran los peligros potenciales de seguridad y auxilian a una efectiva y temprana prevención (Saunders, McCoy, Kleiner, Lingard, Cooke, Mills, y Wakefield; 2016). | Conocer las estrategias ocupadas por las empresas líderes para la reducción de riesgos. | 7. El benchmarking de seguridad laboral. | Cuestionario |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------|

## b) Fuentes Internas

### Indicadores de desempeño de seguridad ocupacional.

|                                                         |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                               |                                                                                                                                                                                                     |              |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Adquisición del conocimiento de Fuentes Internas</b> | Investigación de las condiciones y medio ambiente del trabajo | La importancia de conocer las condiciones en las que se encuentran operando los trabajadores es indispensable para eliminar la fuente y colocar equipo de protección personal para evitar tener condiciones inseguras (Cheng, et al., 2010). | Adquirir conocimiento de los reportes de la investigación de fuentes externas | Indica que estrategias utilizas para adquirir conocimiento proveniente de las fuentes internas para la reducción de los accidentes.<br>8. Reporte de las condiciones del medio ambiente de trabajo. | Cuestionario |
|                                                         | <b>Casi- accidentes Laborales</b>                             | El aprendizaje de casi-accidentes puede reducir la severidad y la                                                                                                                                                                            | Adquirir conocimiento de los casi                                             | 9. Reporte de los casi accidentes que surgen en tu empresa                                                                                                                                          | Cuestionario |

|  |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                   |                                                                   |              |
|--|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
|  | Accidentes laborales | <p>probabilidad de los accidentes en el sector de la construcción en los sitios del trabajo (Goh, y Chua, 2013).</p> <p>Para prevenir accidentes es esencial aprender de accidentes e incidentes anteriores. Aprender de los accidentes es extraer, reunir y analizar y también comunicar y traer de nuevo conocimiento sobre accidentes y casi accidentes, desde el descubrimiento hasta el curso del evento, el daño y la causa para todos los que necesitan esta información. El propósito es prevenir la ocurrencia de eventos similares, limitar el daño, y así mejorar el trabajo de seguridad. (Lindberg, et al., 2010).</p> | <p>accidentes que surgen en la empresa, evitando que lleguen a accidentes</p> <p>Adquirir conocimiento de los accidentes anteriores, por medio de su análisis</p> | 10. Reporte de los accidentes de trabajo generados en tu empresa. | Cuestionario |
|--|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|

|  |                                                   |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                              |
|--|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|  | Reporte de la observación del conocimiento        | La observación del comportamiento es un término usado para describir la prevención de los accidentes, lesiones y pérdidas en el trabajo (Jasiulewicz-Kaczmarek,, et al., 2015). | Adquirir conocimiento de las observaciones del comportamiento que se realiza en el sitio de trabajo | 11. Reporte de la observación del comportamiento.                                                                                                                                                                                                                                                      | Cuestionario                                                 |
|  | Reporte de los check list de las autoinspecciones | Las auto-auditorías de seguridad ocupacional ayudan a mejorar, rastrear y mantener la seguridad en el lugar de trabajo y minimizar los riesgos (Yamin, et al., 2017).           | Adquirir conocimiento de los checklist de las auto inspecciones y auditorías de seguridad laboral   | 12. Reporte de checklist de las autoinspecciones hechas a la maquinaria<br>13. Reporte de los checklist de las autoinspecciones hechas al equipo de trabajo.<br>14. Reporte de los checklist de las autoinspecciones hechas a la herramienta<br>15. Reporte de las auditorías realizadas a tu empresa. | Cuestionario<br>Cuestionario<br>Cuestionario<br>Cuestionario |

## Etapas 2: Transferencia y aplicación

### a) Transferencia

| Variable                          | Indicadores                                           | Definición teórica                                                                               | Dimensión                                                                           | Ítems Preguntas                                                                                                       | Nivel de medición |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Transferencia y aplicación</b> | Los comités de seguridad, los boletines de seguridad, | Los comités de seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, los tableros de | Transferir y aplicar conocimientos de seguridad laboral por medio de los comités de | Indica que estrategias utilizas para <b>transferir y aplicar el conocimiento</b> para la reducción de los accidentes. |                   |

|  |                                                                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          |                                                                                                                                                    |                                                              |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|  | los asesores de seguridad, los tableros de publicación y las juntas de seguridad  | publicación y las juntas de seguridad han sido consideradas por Hallowell, 2011, como elementos de transferencia y aplicación del conocimiento de seguridad ocupacional.          | seguridad, los boletines de seguridad, los asesores de seguridad, los tableros de publicación y las juntas de seguridad. | 16. Comités de seguridad.<br>17. Boletines de seguridad.<br>18. Asesores de seguridad.<br>19. Tableros de publicación.<br>20. Juntas de seguridad. | Cuestionario<br>Cuestionario<br>Cuestionario<br>Cuestionario |
|  | La capacitación de seguridad laboral                                              | La capacitación del empleado y los programas de información son ampliamente reconocidos como componentes importantes de la seguridad y salud en el trabajo (Robson, et al, 2010). | Transferir y aplicar conocimiento de seguridad laboral por medio de la capacitación                                      | 21. Capacitación de seguridad.                                                                                                                     | Cuestionario                                                 |
|  | La comunicación informal entre trabajadores tratando asuntos de seguridad laboral | Las organizaciones con baja tasa de accidentes practican la comunicación diaria entre los trabajadores y el supervisor con respecto a la seguridad y salud laboral                | Transferir y aplicar conocimiento de seguridad laboral por medio de la comunicación informal entre los trabajadores      | 22. Comunicación supervisor-trabajador<br>23. Comunicación informal entre los trabajadores.                                                        | Cuestionario<br>Cuestionario                                 |

|  |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |                     |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  |                                                                                                            | <p>(Vinodkumar y Bhasi; 2010).</p> <p>La comunicación es un componente indispensable en la gestión del conocimiento (Uslu y Çubuk, 2015).</p> <p>La falta de comunicación en el sector de la construcción en México ha sido causa de accidentes (Solís-Carcaño y Franco-Poot, 2014).</p>                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |                     |
|  | <p>Participación de todos los trabajadores en la elaboración de las herramientas de seguridad laboral.</p> | <p>La comunidad de práctica es un grupo de individuos que llevan a cabo su conocimiento y experiencia especializados en un tema de interés, y obtienen dominio del tema muy utilizadas en el sector de la construcción (Kaivo-Oja, 2012). Las CoPs apoyan el intercambio del conocimiento y la generación de nuevos conocimientos a través</p> | <p>Transferir y aplicar conocimiento por medio de la elaboración de herramientas de seguridad en equipo de trabajo</p> | <p>24. Elaboración de las herramientas de seguridad en equipos de trabajo (ejemplo: Análisis de seguridad en el trabajo, chek list de las auto inspecciones, etc.)</p> | <p>Cuestionario</p> |

|  |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                         | de la colaboración de los miembros de la organización.                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |
|  | Participación de los trabajadores en la elaboración del formato del análisis y seguridad en el trabajo. | Análisis de seguridad en el trabajo es un método práctico para identificar, evaluar y controlar el riesgo (Rozenfeld, et al.,2010); es consideranda una estrategia para reducción los accidentes en el sector de la construcción (Hallowell, 2011). | Transferir y aplicar conocimiento por medio de la elaboración del análisis y seguridad en el trabajo por parte de los trabajadores           | 25. Participación de los trabajadores en la elaboración de análisis de seguridad en el trabajo.<br>26. Participación de los trabajadores en la elaboración de los procedimientos de trabajo seguro.<br>30. Aplicar los procedimientos de trabajo seguro en sitio. | Cuestionario<br><br>Cuestionario<br><br>Cuestionario |
|  | Participación de los trabajadores en la elaboración del formato de la observación del comportamiento.   | La observación del comportamiento es un término usado para describir la prevención de los accidentes, lesiones y pérdidas en el trabajo (Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Szwedzka, K., & Szczuka, M.; 2015).                                             | Transferir y aplicar conocimiento por medio de la elaboración del formato de la observación del comportamiento por parte de los trabajadores | 27. Participación de los trabajadores en la elaboración de la observación del comportamiento.<br>31. Ejecutar la observación del comportamiento en sitio.                                                                                                         | Cuestionario<br><br>Cuestionario                     |

|  |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | Participación de los trabajadores en la elaboración del formato de las autoinspecciones y auditorias de seguridad                                 | Las auto-auditorias de seguridad ocupacional ayudan a mejorar, rastrear y mantener la seguridad en el lugar de trabajo y minimizar los riesgos (Yamin, S. C., Parker, D. L., Xi, M., & Stanley, R.; 2017). | Transferir y aplicar conocimiento por medio de la elaboración del formato de las autoinspecciones y auditorias de seguridad por parte de los trabajadores | <p>28. Participación de los trabajadores en la elaboración del chek list de las auto-inspecciones de seguridad.</p> <p>32. Aplicar los chek lists de las auto-inspecciones de seguridad de la maquinaria y equipo de trabajo en sitio.</p> <p>33. Utilizar los chek lists de las autoinspecciones de seguridad de la herramienta de trabajo en sitio.</p> <p>34. Aplicar los check list del equipo de protección personal previo al inicio de las actividades</p> | <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> |
|  | Participación de los trabajadores en la elaboración del formato del lay out identificando los puntos críticos de control de seguridad ocupacional | Los sitios de mayor riesgo en el sector de la construcción son los lugares donde existe múltiples actividades de trabajadores y equipos móviles (Marks and Teizer, 2013, p. 636),                          | Participación de los trabajadores en el <a href="#">layout</a> .identificando los puntos críticos de control donde se encuentran los riesgos              | <p>29. Participación de los trabajadores en la elaboración del lay out de los puntos de alto riesgo en la obra.</p> <p>35. Señalizar la obra donde se incrementa los riesgos, con base en el lay out de los</p>                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p>                                         |

|  |  |                                                                                             |  |                                 |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--|
|  |  | Y simultáneos trabajos en diferentes niveles en una misma área (Manu, et al.,2010, p. 689). |  | puntos de alto riesgo en sitio. |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--|

### **Etapas 3: Almacenaje**

## Resguardo de la información

| Variable                                | Indicadores                                             | Definición teórica                                                                                                                                                                                                                                                    | Definición operacional                                                   | Ítems Preguntas                                                                                                                                    | Nivel de medición |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Almacenamiento de la información</b> | Departamento de seguridad por medio de carpetas físicas | El almacenamiento efectivo de conocimientos es necesario para la mejora continua y para garantizar que el conocimiento de seguridad se pueda transferir a los nuevos empleados, inclusive que los individuos conocedores salgan de la organización (Hallowell, 2011). | Resguardo de los conocimientos para evitar que se pierda el conocimiento | Que elementos de seguridad, consideras importante resguardar para utilizar en los próximos proyectos de obra, para la reducción de los accidentes. |                   |
|                                         | Intranet                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 36. El Análisis de Seguridad en el Trabajo                                                                                                         | Cuestionario      |
|                                         | Archivos personales                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 37. Los procedimientos de trabajo seguro                                                                                                           | Cuestionario      |
|                                         |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 38. La Ficha técnica de los Equipos móviles pesados                                                                                                | Cuestionario      |
|                                         |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 39. La Ficha técnica de la maquinaria                                                                                                              | Cuestionario      |
|                                         | 40. La Ficha técnica de la herramienta                  | Cuestionario                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                          |                                                                                                                                                    |                   |

|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                  |
|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | 41. La Ficha técnica del equipo de protección personal<br>42. La hoja de seguridad de los materiales<br>43. El análisis de los accidentes<br>44. El análisis de los incidentes<br>45. El análisis de la observación del comportamiento<br>46. El análisis de los check list de las autoinspecciones<br>47. El lay out de los puntos críticos donde se incrementó el riesgo | Cuestionario<br><br>Cuestionario<br><br>Cuestionario<br>Cuestionario<br><br>Cuestionario<br><br>Cuestionario<br><br>Cuestionario |
|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Variable Dependiente

### Factores ambientales

| Variable                    | Indicadores           | Definición teórica                                                                                                                                                                       | Definición operacional                       | Ítems Preguntas                                                                                                                                                                                                   | Nivel de medición                |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Factores Ambientales</b> | Temperaturas Extremas | <p>Un riesgo potencial en el sector de la construcción es la temperaturas extremas, (Urquijo y Palacio, 2015).</p> <p>Las diferentes fuentes de riesgos para la salud en el sitio de</p> | Los factores ambientales generan accidentes. | 1. Se detienen operaciones cuando se percibe condiciones de riesgo con las inclemencias del tiempo<br>2. Se colocan lonas provisionales para actividades donde existe riesgo debido a las inclemencias del tiempo | Cuestionario<br><br>Cuestionario |

|  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                           |              |
|--|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|  |                    | <p>construcción incluyen peligros químicos, físicos y ergonómicos. Los peligros físicos se deben a exposiciones como temperaturas extremas (Vigneshkumar y Maheswari, 2018, p.5)</p>                                                                                                                 |  | <p>3. Tu supervisor realiza recorrido previo al inicio de actividades, para verificar el estado de la tierra, previendo caídas de personal o riesgos en la operación de la maquinaria</p> | Cuestionario |
|  | Trabajo en alturas | <p>La causa de mortalidad para el sector de la construcción es la caída (Cheng, et al., 2010) de diferentes niveles (Camino, Fontaneda, González, Ritzel, 2011, WSH Institute, 2016)</p> <p>Un riesgo potencial en el sector de la construcción es la caída en altura (Urquijo y Palacio, 2015).</p> |  | <p>4. La camisa que utilizas es de manga larga, cuya tela permite una fácil circulación de aire.</p>                                                                                      | Cuestionario |
|  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <p>5. Conoces el procedimiento del trabajo en alturas</p>                                                                                                                                 | Cuestionario |
|  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <p>6. Te realizan chequeo médico para realizar trabajo en alturas</p>                                                                                                                     | Cuestionario |
|  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <p>7. Utilizas arnés para realizar trabajo en alturas</p>                                                                                                                                 | Cuestionario |
|  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <p>8. Tienes información de las actividades que se realizan en diferentes niveles de piso.</p>                                                                                            | Cuestionario |
|  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <p>9. En tu empresa se realiza un esquema de las instalaciones que se están construyendo indicando los puntos donde existe mayor riesgo de trabajo</p>                                    | Cuestionario |
|  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <p>10. Tu supervisor te informa de tareas simultáneas que se</p>                                                                                                                          | Cuestionario |



|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                       |              |
|--|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|  | Ruido | <p>Los peligros físicos se deben a exposiciones como ruido, que causan diferentes riesgos para la salud. (Vigneshkumar y Maheswari, 2018, p.5)</p> <p>Uno de los riesgos potenciales en el sector de la construcción es el ruido (Urquijo y Palacio, 2015).</p> |  | 19. La empresa conoce con que actividades se genera más ruido laboral.                                | Cuestionario |
|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 20. Utilizas tapones industriales al participar en actividades con altos niveles de ruido             | Cuestionario |
|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 21. La empresa te cambia constantemente los tapones industriales                                      | Cuestionario |
|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 22. La empresa conoce con que actividades se genera más polvo laboral.                                |              |
|  | Polvo | <p>“Los peligros químicos a menudo están en el aire y pueden aparecer como gas, vapor, humo, polvo y niebla (Vigneshkumar y Maheswari, 2018, p.5)</p>                                                                                                           |  | 23. Utilizas respiradores o conchas al participar en actividades con altos niveles de polvo.          | Cuestionario |
|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 24. La empresa te cambia los respiradores o conchas                                                   | Cuestionario |
|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 25. Conoces las técnicas para realizar giros con tu cuerpo.                                           | Cuestionario |
|  |       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 26. Tienes rotación de actividades con tus compañeros de trabajo para evitar movimientos repetitivos. | Cuestionario |

|  |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                             |
|--|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|  | Trabajos que requieren movimientos repetitivos | Los peligros ergonómicos se deben al, trabajos repetitivos, trabajos en posturas incómodas, esfuerzos enérgicos y musculares y presión externa” (Vigneshkumar y Maheswari, 2018, p.5) Uno de los riesgos potenciales en el sector de la construcción son los movimientos repetitivos (Urquijo y Palacio, 2015). |  | <p>27. Durante tu jornada laboral realizas pausas para evitar lesiones.</p> <p>28. Tu supervisor te ayuda a mejorar la técnica de trabajo.</p> <p>29. Utilizas andamios, bancos de madera u otras ayudas que mejoren tu postura durante las actividades.</p> | <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> |
|--|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

| Variable                 | Indicadores | Definición teórica                                                                                                                                | Definición operacional                     | Ítems Preguntas                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Nivel de medición                                                               |
|--------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factores Técnicos</b> | Máquina     | La operación de la maquinaria pesada poseen una percepción alta de riesgo en el sector de la construcción (Rodríguez, Castilla y Martínez, 2014). | Los factores técnicos provocan accidentes. | <p>30. Conoces como operar de forma segura la maquinaria de trabajo.</p> <p>31. Antes de iniciar operaciones realizas el check list a tu maquinaria de trabajo.</p> <p>32. La empresa le proporciona mantenimiento a la maquinaria que utilizas</p> <p>33. Conoces la ficha técnica del equipo que operas.</p> | <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> <p>Cuestionario</p> |

|  |                     |                                                                                                                                    |  |                                                                                                    |              |
|--|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|  | Herramienta         | La mayoría de los trabajos en el sector de la construcción se realizan con herramienta manual (Sarmiento-Salinas, et. al., 2004).  |  | 34. Conoces como operar de forma segura la herramienta con la que trabajas.                        | Cuestionario |
|  |                     |                                                                                                                                    |  | 35. Antes de iniciar operaciones revisas tu herramienta de trabajo.                                | Cuestionario |
|  |                     |                                                                                                                                    |  | 36. Conoces la ficha técnica de la herramienta con la que realizas tus actividades                 | Cuestionario |
|  |                     |                                                                                                                                    |  | 37. Se te cambia la herramienta al estar dañada o en mal estado                                    | Cuestionario |
|  | Equipo móvil pesado | Muchos accidentes de la construcción registrados son debido a los golpes generados por los equipos móviles (Marks y Teizer, 2013), |  | 38. La empresa le proporciona mantenimiento al equipo móvil.                                       | Cuestionario |
|  |                     |                                                                                                                                    |  | 39. Los operadores del equipo móvil pesado realizan un checklist previo a la operación del equipo. | Cuestionario |
|  |                     |                                                                                                                                    |  | 40. Los equipos móviles no presentan fallas.                                                       | Cuestionario |
|  |                     |                                                                                                                                    |  | 41. Los operadores de los equipos móviles tienen una revisión médica previa a su operación.        | Cuestionario |