

**UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y
PROYECTOS DE INGENIERÍA**



**METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS Y EL CONTROL DE LOS COSTES
RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE
CONSTRUCCIÓN**

**METHODOLOGY FOR ANALYZING AND CONTROL OF COSTS RELATED TO THE
HEALTH AND SAFETY IN CONSTRUCTION WORKS**

TESIS DOCTORAL – 2013

MÓNICA LÓPEZ ALONSO

Para la obtención del
GRADO DE DOCTOR INTERNACIONAL POR LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

DIRECTORES:

Dra. Pilar Ibarrondo Dávila
Dpto. de Economía Financiera y Contabilidad

Dr. Antonio Menéndez Ondina
Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Dra. M^a Carmen Rubio Gámez
Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Universidad de Granada

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Mónica López Alonso
D.L.: GR 2225-2013
ISBN: 978-84-9028-654-8

El doctorando Mónica López Alonso y los directores de la tesis M^a Carmen Rubio Gámez y Pilar Ibarrodo Dávila, garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, 27 de febrero de 2013

Director/es de la Tesis

Doctoranda

Fdo. M^a Carmen Rubio Gámez

Fdo. Mónica López Alonso

Fdo. Dra. Pilar Ibarrodo Dávila

Fdo. Dr. Antonio Menéndez Ondina

AGRADECIMIENTOS

PRELIMINAR

Con esta Memoria de Tesis se pretende dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero (BOE: 10 de Febrero de 2011), por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales, para optar al Grado de Doctor Internacional por la Universidad de Granada.

La Memoria cumple con todos los requisitos establecidos en el artículo 16 referente a Mención Internacional en el título de Doctor:

- La doctoranda realizó una estancia de tres meses en University of Wolverhampton (UK) desarrollando labores de investigación y trabajo de campo que ha sido clave para la elaboración del trabajo de investigación.
- Cuenta con tres directores de investigación de la Universidad de Granada: Dra. M^a del Carmen Rubio Gámez y Dr. Antonio Menéndez Ondina, ambos del Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, y Dra. Pilar Ibarrondo Dávila, Departamento de Economía Financiera y Contabilidad.
- En el Capítulo 5 se presenta un artículo, aceptado y pendiente de revisiones menores (ver carta del editor en Anexo 3), en la revista Safety Science cuyo Factor de Impacto en 2012 es 1.402.
- En el Capítulo 7 se presenta un artículo, aceptado y publicado *on line* (DOI 10.1016/j.ergon.2013.01.006), en la revista International Journal of Industrial Ergonomics, cuyo Factor de Impacto en 2012 es 1.260.
- La investigación que en ella se presenta está avalada por dos expertos pertenecientes a sendas instituciones de Educación Superior de dos Estados, uno miembro de la Unión Europea, Dr. José Cardoso Teixeira. Departamento de Engenharia Civil (Universidade do Minho, Portugal) y el Dr. Salvador García Rodríguez, Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey (México).
- Tanto el Abstract como las Conclusiones y Futuras Líneas de Investigación figuran escritas en español e inglés.
- Ha sido propuesto como miembro del tribunal evaluador de la Tesis a un reconocido experto, Professor David Oloke, PhD Civil Engineering, School of Technology Department ____ (University of Wolverhampton, UK), habiendo sido aceptada la propuesta.
- Por último, esta Memoria cuenta con los informes favorables de los directores de investigación de la misma y del Consejo de Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería de la Universidad de Granada, por lo que se deposita en la Secretaría de la Comisión de Doctorado con objeto de que sea conocida e informada por la dicha Comisión de Doctorado de la Universidad de Granada tras su exposición a la comunidad universitaria.

En Granada, a día 27 de febrero de 2013.

Fdo. Mónica López Alonso

Vº Bº de los directores de la Tesis:

Fdo. Dra. Pilar Ibarrodo Dávila

Fdo. Dr. Antonio Menéndez Ondina

Fdo. Dra. Mª del Carmen Rubio Gámez

RESUMEN

La importancia del Sector de la Construcción en la Economía no se limita sólo a sus efectos directos en ella como la aportación al *crecimiento de la producción y/o a la generación de empleo*, sino que además incentiva la actividad y el empleo de muchos sectores productivos erigidos como sus proveedores. Las repercusiones, humanas y económicas, que los accidentes laborales y las enfermedades profesionales tienen, han provocado que exista una creciente preocupación social. No obstante, en el sector de la Construcción aún queda mucho por hacer ya que estos aspectos no siempre conllevan la preocupación empresarial que merecen; a veces, ni tan siquiera la de los mismos trabajadores.

La Construcción, desafortunadamente, registra el número de accidentes laborales en Europa arroja cifras escalofrantes: 5710 accidentes de trabajo con el resultado de muerte y millones de personas ven dañada su salud como consecuencia de su trabajo (año 2008).

Según recoge el *Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo* el índice de incidencia de accidentes en jornada de trabajo con baja en el sector de la Construcción ha ido disminuyendo en los últimos años. Sin embargo, a pesar de estos descensos, este indicador de siniestralidad laboral continúa siendo en este sector el doble que en el conjunto de actividades de producción (INSHT, 2010).

Entre las causas de los accidentes destacamos dos grandes grupos según a quiénes pudieran imputárseles. Por un lado, son las empresas constructoras las responsables de las mismas porque están directamente relacionadas con la gestión de la Prevención. Entre ellas destacan: *el fallo o inexistencia de actividades dirigidas a la detección de riesgos, no poner a disposición de los trabajadores las prendas o equipos de protección necesarios, las insuficientes e inadecuadas medidas preventivas propuestas en la evaluación de riesgos, la inexistencia o insuficiencia en la programación de las medidas preventivas propuestas y los procedimientos -inexistentes, insuficientes o deficientes- para la coordinación de trabajadores de una o varias empresas*. Es especialmente importante reflexionar sobre la importancia de la subcontratación en la aparición de estas causas de los accidentes laborales.

Por otro lado, es importante resaltar también los factores individuales que pueden ser considerados causantes de accidentes laborales. En este otro grupo merecen ser destacadas como causas de los accidentes mortales en este sector: *la no utilización de prendas de protección individual obligatorias puestas a disposición, el incumplimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo, la falta de cualificación o experiencia para la tarea y la permanencia del trabajador dentro de una zona peligrosa*. A pesar de ello, el 21.1% de los trabajadores de la actividad de referencia, afirman que el trabajo está afectando a su salud.

Analizando la siniestralidad laboral desde otro punto de vista, los costes de estos accidentes y el de las enfermedades ocasionadas en el trabajo han sido calculados por la OIT (2008), y equivale al 4% del Producto Interior Bruto mundial. Lo verdaderamente sorprendente es que, según la Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas españolas, ENGE (2009), no existe una consciencia empresarial del coste de los riesgos laborales entre los trabajadores de la Construcción.

¿A qué puede deberse esta situación? La pregunta admite múltiples respuestas en función de los correspondientes enfoques que también son caleidoscópicos. La falta de formación, tanto básica como específica, de este colectivo, los ritmos de trabajo, la temporalidad de los

contratos, etc., pueden ser algunas de ellas. Desde nuestro punto de vista, es decir, desde la investigación, hemos podido constatar que, a pesar de esta situación, la investigación en materia de Prevención de Riesgos Laborales es escasa y especialmente en el sector de la Construcción. Se hace, pues, necesario impulsar el desarrollo de líneas de investigación en este campo así como para la divulgación de resultados y buenas prácticas de trabajo a implantar en el sector.

La investigación que se presenta en esta Memoria de Tesis Doctoral se ocupa de los Costes de la Seguridad y Salud, así como de los relativos a la no-Seguridad y Salud, para establecer análisis comparativos con los que las empresas constructoras destina a la Prevención de Riesgos Laborales. Concretamente, objetivo general de esta investigación consiste en desarrollar una metodología para el análisis y control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las obras de la Construcción y su inclusión sistemática en el modelo de gestión económica de las empresas del sector de la Construcción.

Es decir, se pretende analizar las inversiones que los empresarios realizan en materia preventiva en diferentes etapas del proceso constructivo para poder valorar la efectividad de las mismas en términos de reducción de la siniestralidad y de la mejora de gestión. Los métodos de análisis de costes de la Seguridad y Salud están pensados para su aplicación en la industria, en general, pero son difíciles de utilizar en obras de la Construcción, por lo que el primer paso será desarrollar una metodología de investigación para el estudio de costes en este campo, su validación y aplicación en diferentes tipologías de obra. El segundo paso principal, consistirá en desarrollar un modelo para la evaluación y cálculo de los Costes de la Seguridad y Salud en obras de la Construcción.

Por último, dado que existe un alto número de enfermedades profesionales, que hasta ahora no había obligación de contemplar en la gestión empresarial de la Prevención de Riesgos Laborales ni en los costes relacionados con la Seguridad y Salud, se hace necesario incluir en esta Memoria de tesis una investigación con la que se ponga de manifiesto la necesidad de actualizar el concepto de accidente laboral marcado por la legislación vigente incorporando la jurisprudencia dictada a la hora de cerrar la misma. De esta forma, dada la relevancia que tienen las lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores del sector de la Construcción causadas por los efectos de las vibraciones de la maquinaria y herramientas de mano que se utilizan en las obras de construcción, se analiza, a modo de caso singular, si deben ser consideradas o no como accidentes laborales o enfermedades profesionales para incluirlas en la gestión empresarial de la Prevención de Riesgos Laborales.

Lo anteriormente dicho es el corpus de la investigación que en esta Memoria de Tesis Doctoral se presenta y que hemos estructurado como sigue.

A esta Presentación le siguen los correspondientes Índices temáticos, de tablas, gráficos y diagramas y, por último, se siglas utilizadas. A continuación le siguen los ocho capítulos en los que se recogen todos y cada uno de los detalles de la investigación realizada, de los que aquí se presenta una breve descripción de su contenido. Finaliza esta Memoria con la preceptiva Bibliografía y el Anexo documental que se ocupa de recoger: el cuestionario inicial y definitivo y las fichas de cada una de las obras con los datos más importantes que se han utilizado en el tratamiento estadístico.

Capítulo 1. Introducción.

En ese capítulo se recogen, sucintamente, los antecedentes sobre el problema de investigación que se desea resolver así como su planteamiento, la formulación de objetivos y el establecimiento de los grupos de hipótesis apriorísticas de investigación que se describen en el Capítulo 4. En este capítulo se presentan las fuentes de información consultadas durante la investigación y el análisis bibliométrico realizado a partir de las palabras clave que figuran en las publicaciones seleccionadas a partir de dichas fuentes. El capítulo se cierra presentando la estructura de la Memoria de Tesis.

Capítulo 2. La Prevención de Riesgos en el sector de la Construcción.

Se realiza un análisis de las características del sector de la Construcción para poner de manifiesto cómo tienen una marcada repercusión en la siniestralidad laboral. Se determinan qué actividades se realizan en la Construcción, cuáles son los agentes implicados en ellas y cuáles son las características específicas de los procesos de producción.

Posteriormente, se presentan los datos relacionados con la siniestralidad laboral obtenidos de tras estudiar diversas investigaciones y consultar fuentes documentales especializadas. Cabe reseñar que se han analizado las estadísticas oficiales suministradas por la UE a través de Eurostat (Statistical Office of the European Communities u Oficina Europea de Estadística) en relación con los accidentes en el trabajo, así como los problemas de interpretación de los datos en los cuales están basadas. Los resultados obtenidos permiten destacar los valores de los principales índices de siniestralidad y su evolución en España durante los últimos años.

Por último, se analizan los requerimientos normativos de Seguridad y Salud aplicables al sector de la Construcción: la Directiva 92/57/CEE y las adaptaciones realizadas por cada país miembro de la UE. El Consejo de las Comunidades Europeas justifica la necesidad de esta Directiva porque las obras de Construcción, temporales o móviles, constituyen un sector de actividad que implica riesgos particularmente elevados para los trabajadores.

Capítulo 3. Los costes de Seguridad y Salud laboral en las empresas constructoras.

En esta etapa se realiza una revisión teórica de la delimitación de los costes relacionados con la Seguridad y la Salud, en general, y con la siniestralidad laboral, en particular. Del mismo modo se presentan los métodos de cálculo de costes desarrollados en el ámbito empresarial.

Se comprueba que la siniestralidad laboral tiene repercusiones económicas para las empresas, para cada trabajador y para la sociedad en su conjunto. Se pone de manifiesto la dificultad de la delimitación de los costes y de su cálculo, lo cual es debido, entre otras razones, a la dificultad de la recopilación de los datos y a la falta de homogeneidad de los mismos.

Finalmente, se comprueba cómo en el nuevo enfoque europeo, adoptado para minimizar la siniestralidad laboral, se aboga por las actuaciones encaminadas hacia la gestión empresarial de la Prevención de Riesgos Laborales.

Capítulo 4. Metodología de investigación. Aplicación empírica. Costes de Seguridad y Salud en obras de Construcción.

En este capítulo se muestran las diferentes fases de investigación y los resultados obtenidos en las siguientes etapas:

1ª etapa.- Determinación de las herramientas de investigación. Se justifica el recurso del cuestionarios como metodología de análisis cuantitativo y el panel de expertos y la observación participante como metodología de análisis cualitativo en el desarrollo de esta investigación.

2ª etapa.- Elección de la muestra.

Entre las obras de construcción andaluzas que estaban en fase de ejecución, se hizo la selección de la muestra a partir la Estadística de la Construcción que figura en el INE, año 2007 y de la base de datos de obras de Andalucía. Se eligió una *muestra con 40 obras*, todas en Andalucía, con objeto de abarcar las facetas más importantes del mercado de la Construcción, la tipología de las obras elegidas se divide entre obra civil y edificación. Como se ha dicho, cada una de ellas se encontraba en distintas etapas del proceso productivo, lo cual permitía analizar el grado de implantación de las medidas de Seguridad y Salud y el coste que estas generan.

3ª etapa.- Realización de encuestas.

Esta etapa es lo que realmente puede llamarse trabajo de campo. Se realizó en dos tiempos:

- *Tiempo 1:* Durante 6 meses, dos investigadores se desplazaron a las obras de la muestra seleccionada. En la primera visita se realizó una presentación de la investigación, en la que se explicó el objetivo de la misma y su desarrollo: fechas de las visitas, plazos de la investigación y documentación a consultar. En esta primera visita se convocó al jefe de obra, a los encargados, al técnico de Prevención de la empresa contratista, al administrativo de obra y al coordinador de Seguridad y Salud en la fase de construcción. Tras esta reunión, una vez comprobada la fase de construcción en la que se encontraba y el grado de implementación de las medidas de prevención previstas, se procedía a la cumplimentación del cuestionario, a la vez que se recogía toda la documentación complementaria al mismo. Posteriormente, entre 30 y 60 días posteriores a la primera visita, se realizaba la segunda visita, para completar la documentación que no se había podido recabar en la primera, o comprobar si había habido alguna nueva circunstancia susceptible de reflejar en el cuestionario (*accidentes, visitas de inspección...*).
- *Tiempo 2:* Digitalización de la información recabada en la base de datos del programa informático SPSS IBM 15.0 para Windows y su posterior tratamiento con STATA. En ocasiones, durante el desarrollo de esta fase, ha sido preciso volver a visitar la obra objeto de estudio para corregir errores del cuestionario o, simplemente, para completar algún ítem del mismo.

Capítulo 5. Análisis de resultados.

Mediante el contraste de las hipótesis, se observan las relaciones existentes entre las variables del estudio empírico, especialmente las relacionadas con el coste. Se propone utilizar *test no paramétricos* para el análisis bivariante de los datos obtenidos –concretamente, los test de los coeficientes *Rho de Spearman* y el de *Pearson*, con un nivel de significación de 0.05, que permiten medir la correlación existente entre dos variables-, a excepción de aquellos contrastes en los que interviene la variable mencionada, en los que se han podido utilizar *test paramétricos*. Por último, con objeto de completar el análisis y teniendo en cuenta que los accidentes de trabajo constituyen sucesos de carácter discreto, raro y de azar, nos propusimos utilizar el modelo de *Poisson*, que resulta aplicable para aquellos eventos que ocurren al azar e independientemente en

el tiempo (Karlaftis, 2002), por lo que resulta razonablemente aplicable a los condicionantes de esta investigación.

Capítulo 6. Modelo *CSS_PEI2012* de análisis, cálculo y control de Costes relacionados con la Seguridad y Salud en las Empresas Constructoras.

En este capítulo se propone una nueva identificación y clasificación de los costes derivados de la siniestralidad laboral así como un modelo para el control y la gestión de los mismos. En consecuencia, se desarrollará un modelo de gestión empresarial de los costes de la Prevención que permita su implementación, de forma sistemática y eficaz, en el sistema de gestión de la empresa de forma que, además, sirva para la toma de decisiones de los técnicos responsables del sector de la Construcción.

Capítulo 7. Consecuencias del uso de maquinaria y herramientas de mano que producen vibraciones en el sector de la Construcción.

En este Capítulo se muestra el caso singular de las consecuencias para la Seguridad y Salud de los trabajadores del sector de la Construcción derivado de la exposición a vibraciones por la maquinaria y herramientas de mano que se utilizan en las obras de construcción y cómo la jurisprudencia introduce ciertas lesiones (que la legislación vigente considera enfermedades profesionales) como accidentes laborales.

Capítulo 8. Conclusiones y futuras líneas.

Bibliografía.

Anexo Documental

ABSTRACT

ÍNDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT	15
Índice de tablas	25
Índice de gráficos.....	29
Índice de imágenes	31
Siglas utilizadas.....	33
CAPÍTULO 1	37
Introducción	37
1.1. Antecedentes y Planteamiento del problema de investigación.	39
1.2. Justificación de la investigación.	39
1.3. Objetivos.	40
1.4. Estructura de la Memoria de Tesis.....	41
1.5. Fuentes de información. Análisis bibliométrico.....	42
CAPÍTULO 2	53
La Prevención de Riesgos en el sector de la Construcción	53
2.1 Características del sector de la Construcción	55
2.1.1. Actividades del sector.....	55
2.1.2. Agentes que intervienen.....	60
2.1.3. Características del proceso productivo.....	62
2.1.4. La Seguridad y Salud en las empresas del sector.....	64
2.2. Estructura del sector de la Construcción	68
2.2.1. Estructura laboral.....	68
2.2.2. Estructura empresarial.....	70
2.2.3. El sector de la Construcción en la Economía europea y española.....	71
2.2.3.1. El sector de la Construcción en Europa.....	72
2.2.3.2. El sector de la Construcción en España.....	73
2.3. La siniestralidad laboral en el sector de la Construcción	80
2.3.1. La siniestralidad laboral.....	80
2.3.2. Causas de la siniestralidad laboral.....	83
2.3.3. La siniestralidad laboral en el sector de la Construcción en Europa y en España.....	86
2.4. Marco normativo e institucional en materia de Seguridad y Salud laboral	90
2.4.1. Directiva Marco 89/391/CEE y Ley 31/1995.....	90
2.4.2. Directiva 92/57/CEE y Real Decreto 1627/97.....	97
2.4.3. Marco institucional.....	100
CAPÍTULO 3	103
Los costes de Seguridad y Salud laboral en las empresas constructoras	103
3.1. Introducción	105
3.2 Delimitación de los costes de la Seguridad y Salud en la empresa y métodos de cálculo	107
3.2.1. Métodos para calcular los costes de accidentes laborales correspondientes a instituciones y organismos públicos en Europa y España.....	108
3.2.1.1. Método del HSE, 1995.....	108
3.2.1.2. Método TYTA, 1995.....	109
3.2.1.3. Evaluación de los costes de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales hecha por el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo del INSHT, 2001.....	110
3.2.1.4. Método SACA, 2002.....	111
3.2.1.5. Método OSALAN, 2003.....	112
3.2.1.6. Método EUROSTAT, 2004.....	115
3.2.2. Métodos de cálculo de costes de accidentes laborales correspondientes a trabajos de investigación científica.....	116

3.2.2.1. Estudios basados en las primas de seguros.....	117
3.2.2.2. Métodos basados en las actividades de gestión.....	123
CAPÍTULO 4.	149
Metodología de la investigación. Aplicación empírica. Costes de Seguridad y Salud en obras de Construcción.....	149
4.1. Metodología de investigación.....	151
4.2. Metodología para el estudio empírico. Elección de las herramientas para el estudio empírico.	160
4.3. La encuesta como técnica de investigación cuantitativa.	163
4.3.1. Diseño de los cuestionarios.....	165
4.3.2. La población objeto de estudio.	167
4.3.3. Justificación de la población objeto de estudio.....	168
4.3.4. Normas y etapas de la selección de la muestra.....	168
4.3.5. Técnicas de Investigación Cualitativa empleadas: Panel de expertos y la observación participante.	169
4.3.6. Diseño del panel de expertos.....	170
4.3.7. Ventajas y límites que ofrece el panel de expertos.	171
4.3.8. Selección de los expertos.....	172
4.3.8. Observación participante.....	173
4.3.9. Trabajo de campo.	173
4.3.10. Tratamiento estadístico de resultados.	174
CAPÍTULO 5.	177
Análisis de resultados.....	177
5.1. Análisis descriptivo de la muestra.	179
5.1.1. Emplazamiento.	179
5.1.2. Tipo de obras.....	180
5.1.3. Presupuesto de Ejecución.	181
5.1.4. Presupuesto de Seguridad y Salud.....	182
5.1.5. Plazo de ejecución.....	183
5.1.6. Grado de Avance.	184
5.1.7. Baja de adjudicación.	184
5.1.8. Tipología de contratación. Trabajadores y empresas subcontratistas.	187
5.1.9. Accidentes.....	188
5.1.10. Índice de incidencia.	199
5.1.11. Índice de frecuencia.....	200
5.1.12. Coste de la Prevención o Coste de las medidas de la implantación de las medidas de Seguridad y Salud.....	200
5.1.13. Costes de los accidentes laborales.....	206
5.2. Análisis bivariante.	210
5.2.1. Grupo 3.0- Relación entre el tamaño de las obra y los costes de Seguridad y Salud. ...	214
5.2.1.1. Hipótesis 3.0.1: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor presupuesto del Plan de Seguridad y Salud.	214
5.2.1.2. Hipótesis 3.0.2: A mayor importe del PSS, mayores costes reales de la Prevención.	215
5.2.1.3. Hipótesis 3.0.3: A mayor importe del PEM mayor peso relativo del presupuesto del PSS frente a aquél.....	216
5.2.1.4. Hipótesis 3.0.4: A mayor importe del PEM, mayor peso relativo del CP sobre el PEM.....	217
5.2.2. Grupo 3.I.- Relación entre el número de accidentes y de trabajadores.....	217
5.2.2.1. Hipótesis 3.I.1: A mayor número de trabajadores totales, mayor número de accidentes.....	217
5.2.2.2. Hipótesis 3.I.2: A mayor número de trabajadores propios, mayor número de accidentes totales.	218

5.2.2.3. Hipótesis 3.I.3: A mayor media de trabajadores subcontratados, mayor número de accidentes totales.	218
5.2.2.4. Hipótesis 3.I.4: A mayor media de empresas subcontratistas, mayor número de accidentes totales.	218
5.2.3. Grupo 3.II.- Relación entre las variables representativas del tamaño de las obras (PEM y baja de adjudicación) con la siniestralidad laboral y sus costes.	219
5.2.3.1. Hipótesis 3.II.1: A mayor PEM y mayor baja de adjudicación, mayor número de accidentes y mayores costes de los mismos.	219
5.2.4. Grupo 4.I.- Relación entre los costes en Seguridad y Salud y la siniestralidad laboral.	220
5.2.4.1. Hipótesis 4.I.1: A mayor CP, menor coste de los accidentes.	220
5.2.4.2. Hipótesis 4.I.2: A mayor PSS, menor número de accidentes.	222
5.2.4.3. Hipótesis 4.I.3: A mayor PSS, menor coste de la siniestralidad laboral.	222
5.2.5. Grupo 4.II.- Relación entre los costes de la Prevención en cada fase con el coste de los accidentes.	223
5.2.5.1. Hipótesis 4.II.1: A mayor CP en una fase, menor coste de los accidentes en ella.	223
5.2.6. Grupo 4.III.- Relación entre el número de accidentes y el coste de los accidentes.	227
5.2.7. Grupo 4.IV.- Relación entre los costes de los accidentes con el número de trabajadores (propios, totales y subcontratistas) y el de empresas subcontratistas.	229
5.2.7.1. Hipótesis 4.IV.1: A mayor número de trabajadores totales, mayores costes de los accidentes.	229
5.2.7.2. Hipótesis 4.IV.2: A mayor número de trabajadores propios, mayores costes de los accidentes.	229
5.2.7.3. Hipótesis 4.IV.3: A mayor número de trabajadores subcontratados, mayores costes de los accidentes.	229
5.2.7.4. Hipótesis 4.IV.4: A mayor número de empresas subcontratistas, mayores costes de los accidentes.	230
5.2.8. Grupo 5.I.- Relación entre los costes de la Seguridad y Salud, CP, con el Grado de Avance, GA, de la obra (% obra ejecutada).	230
5.2.9. Grupo 5.II.- Relación entre los costes de accidentes y el Grado de Avance.	231
5.2.10. Grupo 6.- Relación entre las sanciones de la Inspección de Trabajo u otros organismos oficiales y los accidentes de trabajo.	231
5.3. Modelos de regresión.	232
5.3.1. Modelo de regresión lineal.	232
5.3.1.1. Conceptos básicos sobre el análisis de regresión lineal.	233
5.3.2. Modelo de Poisson y binomial negativo.	234
CAPÍTULO 6.	239
Modelo CSS_PEI2012 de análisis, cálculo y control de Costes relacionados con la Seguridad y Salud en las Empresas Constructoras.	239
6.1. Costes de Seguridad y Salud en Construcción.	241
6.2. Delimitación de los costes relacionados con la Seguridad y Salud.	242
6.4. Fases para el diseño de un modelo estructurado.	251
6.5. Indicadores monetarios y no monetarios.	258
6.6 Listado de los principales modelos de cálculo de costes que han sido analizados en esta investigación.	276
CAPÍTULO 7.	279
Consecuencias del uso de maquinaria y herramientas de mano que producen vibraciones en el sector de la Construcción.	279
7.1 Una encrucijada entre los accidentes laborales y las enfermedades profesionales... ..	281
7.2 Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools.	286
7.3 Conclusión.	294

CAPÍTULO 8.	295
Conclusiones y Futuras Líneas de Investigación.....	295
8.1. Conclusiones.....	297
8.2 Futuras líneas de investigación.	308
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	311
ANEXO DOCUMENTAL	335
ANEXO 1: CUESTIONARIO 0	337
ANEXO 2: CUESTIONARIO DEFINITIVO	343
ANEXO 3: CARTA DEL EDITOR DE SAFETY SCIENCE	347
ANEXO 4: TABLA A.1. COSTES DE ACCIDENTES Y DE PREVENCIÓN POR FASE Y OBRA	349
ANEXO 5: FECHAS DE LAS OBRAS	351

Índice de tablas

Tabla 1. 1. Ordenación por frecuencia de nodos que superan el umbral.....	45
Tabla 1. 2. Matriz de adyacencia.	46
Tabla 1. 3. Matriz de normalizada.....	48
Tabla 1. 4. Ventana de enlaces.....	49
Tabla 1.5. Red de “accident”.....	50
Tabla 1. 6. Índice de equivalencia en los Enlaces externos”	51
Tabla 1. 7. Índice de equivalencia en los Enlaces internos.....	51
Tabla 2.1. Distribución de la obra pública por tipo de obras (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).....	59
Tabla 2.2. La temporalidad en la Construcción 2000 - 2007 en España.	68
Tabla 2.3. Distribución porcentual de las empresas del sector de la Construcción en España desde 2007 a 2009 (I).....	70
Tabla 2.4. Distribución porcentual de las empresas del sector de la Construcción en España con más de 250 trabajadores desde 2007 a 2009 (II).....	70
Tabla 2.5. El sector de la Construcción en España 2003-2008.....	75
Tabla 2.6. Porcentaje de las distintas tipologías de empresas constructoras españolas.	76
Tabla 2.7. Estructura empresarial del sector de la Construcción en España.	77
Tabla 2.8. Empleo en el sector de la Construcción en España.....	78
Tabla 2.9. Datos sobre siniestralidad laboral en la Construcción. Años 2008 a 2012.....	88
Tabla 2.10. Artículos modificados del Reglamento de los Servicios de Prevención.	96
Tabla 2.11. Normativa nacional de referencia en materia de prevención de riesgos laborales.....	99
Tabla 2.12. Referencias sobre la constitución de la Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo.	100
Tabla 3.1. Otros estudios basados en la pirámide de accidentes de Heinrich.	119
Tabla 3.2. Clasificación de costes de Heinrich.....	119
Tabla 3.3. Clasificación de costes de Simmonds y Grimaldi.	121
Tabla 3.4. Valoración de los costes fijos de los accidentes según tipologías.	121
Tabla 3.5. Clasificación de costes de accidentes de Laufer.....	125
Tabla 3.6. Clasificación de Costes de Laufer (2).....	126
Tabla 3.7. Clasificación de costes no Asegurados de Leopold y Leonard.....	127
Tabla 3.8. Clasificación de costes de Andreoni.	129
Tabla 3.9. Clasificación de Costes de Brody <i>et al.</i>	133
Tabla 3.10. Componentes del coste de seguridad: discretos.	135
Tabla 3.11. Componentes del coste de Seguridad: periódicos.	135
Tabla 3.12. Clasificación de Costes de Dorman.....	139
Tabla 3.13. Clasificación de costes de Sun <i>et al.</i>	142
Tabla 3.14. Clasificación de costes de Oxenbug y Marlow.	144
Tabla 3.15. Clasificación de costes de Gavious.	146
Tabla 4.1. Distribución de obras de la muestra por estratos.	156
Tabla 4.2. Funciones y polivalencia de las herramientas.....	162
Tabla 4.3. Tipología y distribución de las preguntas del cuestionario.....	167

Tabla 4.4. Diferencias entre las metodologías de investigación cuantitativa y cualitativa.....	169
Tabla 4.5. Listado de variables para el análisis de resultados.....	175
Tabla 5.1. Reparto de obras por provincia y ciudad autónoma.	179
Tabla 5.2. Porcentaje del presupuesto de plan de Seguridad y Salud por tipologías.	183
Tabla 5.3. Número de obras según el Grado de Avance. Porcentajes sobre el total y acumulados.	184
Tabla 5.4. Distribución media de trabajadores en obra según empresa de procedencia.....	187
Tabla 5.5. Número de trabajadores propios, de empresas subcontratista y empresas subcontratadas, según tipología de construcción.	188
Tabla 5.6. Accidentes totales y distribución según tipo de promotor, de obra y de contrato.....	189
Tabla 5.7. Distribución de accidentes según el tipo de obra de construcción.....	191
Tabla 5.8. Índices de incidencia por tipologías de las obras.	193
Tabla 5.9. Número de accidentes según plazo de ejecución contratado.	194
Tabla 5.10. Número de accidentes según plazo de ejecución contratado para las obras con un Grado de Avance mayor del 90%.....	195
Tabla 5.11. Número de accidentes según GA.	195
Tabla 5.12. Número de accidentes en las obras de la muestra según Grado de Avance Relativo.....	196
Tabla 5.13. Número de accidentes según fase de ejecución.	197
Tabla 5.14. Distribución de accidentes del personal propio y de empresas subcontratistas por fases de ejecución.	198
Tabla 5.15. Coste de la implantación de medidas de protección en función de tipo de obra y de promotor.....	200
Tabla 5.16. Distribución del coste de la Prevención según el Grado de Avance.....	201
Tabla 5.17. Coste (en €) en medidas de protección según tipología de obras.	203
Tabla 5.18. Coste de la implantación de medidas de protección en las distintas fases.	204
Tabla 5.19. Costes de las medidas de la Prevención por fases de obra.	205
Tabla 5.20. Coste de las medidas de protección según las medidas utilizadas.....	206
Tabla 5.21. Costes de los accidentes comparados con el importe del Plan de Seguridad y Salud...	207
Tabla 5.22. Costes de la Prevención por fases <i>vs.</i> costes de accidentes nulos en fases de ejecución.....	207
Tabla 5.23. Costes de prevención por fases <i>vs.</i> costes de accidentes en fases de ejecución.	208
Tabla 5.24. Costes de Prevención por fases <i>vs.</i> costes de accidentes en fases de ejecución.....	208
Tabla 5.25. Costes de la Prevención por fases <i>vs.</i> costes de accidentes en fases de ejecución.....	209
Tabla 5.26. Cuadro resumen de resultados del test de normalidad de las variables. Test de Kolmogorov-Smirnov.....	210
Tabla 5.27. Resumen del contraste de hipótesis realizado.....	214
Tabla 5.28. Resumen test de correlación para las variables PEC y PSS.	214
Tabla 5.29. Resumen test de correlación para las variables PSS y CP.	216
Tabla 5.30. 30 % Coste real de la Prevención frente al importe del PSS.	216
Tabla 5.31. Resumen de los test de correlación entre las variables PEM y PSS/PEM.....	217
Tabla 5.32. Resumen de los test de correlación para las variables PEM y CP/ PEM.....	217
Tabla 5.33. Resumen de los resultados de los test de Pearson y Rho de Spearman para la relación entre las variables: <i>número de accidentes totales y número medio de trabajadores.</i>	217

Tabla 5.34. Resumen de los resultados de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>número de accidentes totales y media de los trabajadores propios</i>	218
Tabla 5.35. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para determinar la relación entre las variables: <i>número de accidentes totales y número de trabajadores subcontratados</i>	218
Tabla 5.36. Cuadro resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>número de accidentes totales y número de empresas subcontratistas</i>	219
Tabla 5.37. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>porcentaje de baja de adjudicación y número de accidentes</i>	219
Tabla 5.38. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>porcentaje de baja de adjudicación y costes de los accidentes</i>	220
Tabla 5.39. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>CP/PEM y número de accidentes</i>	220
Tabla 5.40. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>CP/PEM y coste de los accidentes</i>	220
Tabla 5.41. Resumen de los coeficientes de Pearson y Rho de Spearman para la relación entre las variables coste de la Prevención y coste de accidentes.....	221
Tabla 5.42. Resumen de los coeficientes de Pearson y Rho de Spearman para las variables importe del PSS y número de accidentes total.....	222
Tabla 5.43. Resumen resultados de coeficiente de Pearson y Rho de Spearman para la relación entre las variables importe del PSS y costes de los accidentes.....	222
Tabla 5.44. Resumen del procesamiento de los datos para la fase de cerramientos.....	224
Tabla 5.45. Resultados de las pruebas de χ^2 para las variables en fase de cerramientos.....	224
Tabla 5.46. Resumen del procesamiento de los datos para la fase de estructuras.....	225
Tabla 5.47. Resumen las pruebas de χ^2 para las variables en la fase de estructuras.....	225
Tabla 5.48. Resumen del procesamiento de datos en la fase de movimiento de tierras.....	225
Tabla 5.49. Pruebas de χ^2 para la fase movimiento de tierras.....	225
Tabla 5.50. Resumen del procesamiento de datos para la fase de zanjas.....	226
Tabla 5.51. Resumen pruebas de χ^2 para las variables en la fase de zanjas.....	226
Tabla 5.52. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>número de accidentes y costes de los accidentes en cada obra</i>	227
Tabla 5.53. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>coste de los accidentes y número de trabajadores totales</i>	229
Tabla 5.54. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>coste de los accidentes y número de trabajadores propios</i>	229
Tabla 5.55. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>coste de los accidentes y número de trabajadores de empresas subcontratadas</i>	230
Tabla 5.56. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>coste de los accidentes y número medio empresas subcontratistas</i>	230
Tabla 5.57. Cuadro resumen de los resultados de Pearson y Rho Spearman para la relación entre las variables: <i>coste de la Seguridad y Salud y Grado de Avance</i>	231

Tabla 5.58. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: <i>número de accidentes</i> y <i>GA</i>	231
Tabla 5.59. Modelo bivariante de costes de accidentes y variables independientes.....	233
Tabla 5.60. Modelo bivariante de costes de accidentes y variables independientes.....	233
Tabla 5.61. Resultados de la regresión.	235
Tabla 5.62. Accidentes pronosticados según Grado de Avance con el modelo de Poisson truncada.....	236
Tabla 6.1. Costes de la Prevención en las empresas de la Construcción.....	246
Tabla 6.2. Costes de evaluación y seguimiento en las empresas de la Construcción.....	247
Tabla 6.3. Costes intangibles de la no Seguridad y Salud en las empresas de la Construcción.....	247
Tabla 6.4. Costes tangibles de no Seguridad y Salud en las empresas de la Construcción.	249
Tabla 6.5. Informe resumido de los costes de Seguridad y Salud correspondientes a un mes determinado (en euros).....	256
Tabla 6.6. Informe resumido de los costes de no Seguridad y Salud correspondientes a un mes determinado (en euros).....	257
Tabla 6.7. Propuesta de indicadores de la evolución de la Seguridad y Salud y los costes asociados.	261
Tabla 6.8. Comparación entre los costes de la Prevención reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.....	266
Tabla 6.9. Comparación entre los Costes de la Evaluación y Seguimiento reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.....	269
Tabla 6.10. Comparación entre los Costes Tangibles con los reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.....	272
Tabla 6.11. Comparación entre los costes intangibles de los accidentes reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.	273
Tabla 6.12. Comparación de costes reales con los obtenidos según el modelo propuesto en la obra CE/28/1/2-10 (1ª), con un GAR de un 57.33%.....	274
Tabla 6.13. Principales modelos de cálculo de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en obras del sector de la Construcción.	278

Índice de gráficos

Gráfico 1.1. Fases de la investigación.	42
Gráfico 1.2. Diagrama estratégico, centros de interés y red asociada.	50
Gráfico 2.1. Evolución de la media anual de los trabajadores ocupados en el sector de la Construcción en España, en miles de personas, desde 1995 hasta 2012.....	69
Gráfico 2.2. Porcentaje de empresas según número de trabajadores afiliados sobre el total de empresas españolas en el año 2009.....	71
Gráfico 2.3. El sector de la Construcción. Porcentaje de Participación de la Construcción en el PIB.....	74
Gráfico 2.4. Composición de la producción del sector de la Construcción en España en 2007.....	75
Gráfico 2.5. Creación neta de empresas en el periodo 1999-2008 en España.....	77
Gráfico 2.6. Índices de incidencia de los accidentes de trabajo con baja en jornada de trabajo por sector.	87
Gráfico 2.7. Evolución índices de incidencia según gravedad el periodo 2011-2012.....	87
Gráfico 2.8. Evolución de la siniestralidad en valor absoluto según gravedad el periodo 2011, 2012.....	88
Gráfico 2.9. Índice de Incidencia, años 2008 a 2012.....	89
Gráfico 2.10. Población afiliada, años 2008 a 2012.	89
Gráfico 2.11. Número de accidentes con baja, años 2008 a 2012.	90
Gráfico 3.1. Clasificación costes.	109
Gráfico 3.2. Costes de Prevención y Costes Totales.	130
Gráfico 3.3. Coste frente a Prevención de Riesgos.....	141
Gráfico 4. 1. Diseño del cuestionario.....	152
Gráfico 4.2. Estudio empírico.	153
Gráfico 4. 3. Fases de la investigación. Estructura de tesis.	159
Gráfico 4. 4. Posibles funciones de un panel de expertos	171
Gráfico 4. 5. Criterios de selección del panel de expertos	173
Gráfico 5.1. Distribución de obras por provincias.	179
Gráfico 5.2. Clasificación de las obras de la muestra por su tipología y número.....	180
Gráfico 5.3. Porcentaje de obras por tipologías.	181
Gráfico 5.4. Distribución de número de obras según presupuesto de ejecución por contrata.....	181
Gráfico 5.5. Número de obras según el importe del Presupuesto de Seguridad y Salud.....	182
Gráfico 5.6. Número de obras por tiempo (plazo) de ejecución contratado.....	183
Gráfico 5.7. Distribución del porcentaje de obras según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación con respecto al total de las obras privadas.	185
Gráfico 5.8. Distribución del porcentaje de obras según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación con respecto al total de las obras públicas.	185
Gráfico 5.9. Distribución del número de obras de la muestra según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación y según tipología de obra.....	186

0/0 0-5 /0 0-15 /0 10-15 /0 15-20 /0 20-25 /0 > 25 /0

Gráfico 5.10. Distribución del porcentaje de obras según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación con respecto al total de las obras de la muestra.	186
Gráfico 5.11. Distribución de accidentes de personal propio y subcontratado por tipologías de obras.	192
Gráfico 5.12. Grado de Avance Relativo.....	196
Gráfico 5.13. Distribución de accidentes según fase de ejecución.....	198
Gráfico 5.14. Índice de incidencia en función del PEM.	199
Gráfico 5.15. Índice de frecuencia en función del PEM.....	200
Gráfico 5.16. Coste de la Prevención según Grado de Avance.	202
Gráfico 5.17. Coste de la Prevención acumulado según Grado de Avance.....	202
Gráfico 5.18. Distribución del importe de las medidas de la Prevención por fases de obra.....	205
Gráfico 5.19. Distribución del coste de las medidas de protección según las medidas utilizadas...	206
Gráfico 5.20. Comparación entre los costes de la Prevención y los de los accidentes en las fases señaladas en las obras de la muestra.	209
Gráfico 5.21. Relación entre las variables: presupuesto del PSS y el PEC.....	215
Gráfico 5.22. Relación entre el coste de los accidentes y el CP.	221
Gráfico 5.23. Comparación gráfica por fases entre el coste de la Prevención, el coste de los accidentes y el porcentaje de accidentes con respecto al total.....	226
Gráfico 5.24. Comparación de los costes de los accidentes en la obra MA/1/01/10-7	227
Gráfico 5.25. Comparación de los costes de los accidentes en la obra MA/2/30/8-10.	228
Gráfico 5.26. Comparación de los costes de los accidentes en la obra CE/1/28/2-10.	228
Gráfico 5.27. Número medio de accidentes pronosticados.....	237

Índice de imágenes

Imagen 3.1. Protocolo para calcular los costes de accidentes/incidentes del Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral.	114
Imagen 3.2. Pirámide de Heinrich.	118

Siglas utilizadas

A	Accidentes
ABC	Activity Based Costing
ACS	Empresa constructora Actividades de Construcción y Servicios SA
ADIF	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AIC	Akaike Information Criterion
Ap	Accidentados de Personal Propio
As	Accidentados Personal Subcontratado
BA	Baja de Adjudicación
BIC	Bayesian Information Criterion
Ca	Coste de los Accidentes
CAC	Consumo Aparente de Cemento
CEE	Comunidad Económica Europea
CEI	Centro Internacional de Información sobre Seguridad y Salud
Ces	Coste de evaluación del seguimiento
Ciae	Coste de accidentabilidad
CNAE	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
Cp	Costes de las Medidas Colectivas de Protección
CSS	Coste de la Seguridad y Salud
DAFO	Debilidades Amenazas Fortalezas Oportunidades
DIRCE	Directorio Central de empresas
EASHW	European Agency for Safety and Health at Work
EFQM	European Foundation for Quality Management
EMP	Emplazamiento de la obra
ENGE	Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas Españolas
EPA	Encuesta de Población Activa
ESAW	European Statistics on Accidents at Work
EU	Europe Union

EU17	Europe Union of 17 countries
EU27	Europe Union of 27 countries
EUROSTAT	Statistical Office of the European Communities u Oficina Europea de Estadística
GA	Grado de Avance
GAR	Grado de Avance Relativo
HSE	Health and Safety Executive
ICAC	Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas
If	Índice de Frecuencia
Ii	Índice de Incidencia
ILO	International Labour Organization
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
ISBN	International Standard Book Number
ISI	Institute for Scientific Information
LISOS	Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social
LOE	Ley de Ordenación de la Edificación
LPRL	Ley de Prevención de Riesgos Laborales
LSSC	Ley Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción
MES	Media Empresas Subcontratistas
MTAS	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España
MTP	Media de Trabajadores Propios
MTS	Media de Trabajadores de Empresas Subcontratistas
MIT	Media de Trabajadores Totales
ncop	No clasificados en otra parte
NACE	Nomenclatura Estadística de Actividades Económicas de la Comunidad Europea
NATLEX	Base de datos del Departamento de Normas Internacionales del Trabajo, OIT
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OSALAN	Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PAT	Productivity Assessment Tool
PEC	Presupuesto de Ejecución Contrata

PEM	Presupuesto de Ejecución Material
PEV	Plan Estatal de Vivienda
PIB	Producto Interior Bruto
PtD	Prevention through Design
PSS	Importe Plan de Seguridad y Salud
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
PZO	Plazo de Ejecución
RAE	Real Academia Española de la Lengua
SACA	Systematic Accident Cost Analysis Method
SEOPAN	Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional de España
SEPE	Servicio de Empleo Público Estatal
SWOT	Strengths Weaknesses Opportunities Threats
TC	Tipología de construcción
TESEO	Base de datos de Tesis Doctorales Españolas
TO	Tipo de obra
TP	Trabajadores Propios
TS	Trabajadores de Empresas Subcontratistas
TT	Trabajadores Totales
UE	Unión Europea
UNE	Una Norma Española
UTE	Unión Temporal de Empresas
VAB	Valor Añadido Bruto

CAPÍTULO 1.

Introducción.

En este primer capítulo de la Memoria de Tesis se presentan los antecedentes del problema que en ella se aborda: El desarrollo de una Metodología para el Análisis el Control de los Costes relacionados con la Seguridad y Salud en las Obras del sector de la Construcción.

Tras la definición del problema de investigación se justifica la conveniencia de llevar a cabo la investigación correspondiente marcando unos objetivos que deben ser alcanzados al final de la misma.

Toda investigación es fruto de una metodología que se plasma en una serie de etapas de actuación. Cada una de ellas ha dado origen a los diferentes capítulos que forman la estructura de esta Memoria de Tesis.

Por último, toda aportación al conocimiento científico debe partir de un análisis del previamente existente. Concluye este capítulo presentando, de forma global, las fuentes de información que han sido consultadas y estudiadas así como el análisis bibliométrico correspondiente que garantiza su suficiencia.

1.1. Antecedentes y Planteamiento del problema de investigación.

La Organización Internacional del Trabajo -en lo que sigue, OIT-, en su nota de prensa de 13 de marzo de 2008 (OIT, 2008), estimaba que cada semana mueren 42000 trabajadores en el Mundo como consecuencia de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo.

Según un informe de la agencia norteamericana Occupational Safety and Health Administration –en lo que sigue, OSHA-, OSHA (2008), en la Unión Europea se producen cada año 5710 accidentes de trabajo con el resultado de muerte y millones de personas ven dañada su salud como consecuencia de su trabajo.

Durante el año 2011 se registraron en España 581150 accidentes de trabajo con baja laboral, de los cuales 512584 fueron accidentes en jornada de trabajo (88.2% del total) (INSHT, 2011).

El coste de estos accidentes y enfermedades ha sido calculado por la OIT (2008) y equivale al 4% del Producto Interior Bruto mundial: ¡más de 20 veces la cifra destinada a la ayuda oficial para el desarrollo! Sin embargo, según el director del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente de la OIT, “la mayoría de los accidentes pueden prevenirse”.

Según la Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas españolas, ENGE (2009), en las del sector de la Construcción no se lleva a cabo el control de los costes de Seguridad y Salud. Resalta que las empresas no disponen de datos sobre la repercusión económica de la siniestralidad laboral en el 87.7% de los centros de trabajo en los que se han producido accidentes de trabajo en los dos últimos años y, en los casos en los que se sí dispone de información sobre el coste derivado de un accidente de trabajo, éste se limita a la cuantía de las *cuotas a la Mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales o Instituto Nacional de Seguridad Social* (82.3% de los centros con accidentes de trabajo en los últimos dos años).

Por tanto, queda patente la necesidad de comprobar el control que se lleva a cabo en las empresas del sector de la Construcción sobre los costes relacionados con la Seguridad y Salud. Así mismo, parece conveniente plantear el siguiente problema de investigación:

¿Existe una herramienta que permita analizar, controlar y evaluar, de forma integral, los costes relacionados con la prevención en Seguridad y Salud de los trabajadores en las obras de construcción? En el caso de que, como resultado de la investigación, se defina tal herramienta, ¿será posible incluirla en el sistema de gestión de riesgos laborales de las empresas?

1.2. Justificación de la investigación.

Las repercusiones, humanas y económicas, que los accidentes laborales y las enfermedades profesionales tienen, han provocado que exista una creciente preocupación social. No obstante, en el sector de la Construcción aún queda mucho por hacer ya que estos aspectos no siempre conllevan la preocupación empresarial que merecen. Los resultados de la Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas Españolas, ENGE (2009), ponen de manifiesto que mejorar las condiciones de trabajo, garantizando la Seguridad y Salud de los trabajadores, y cumplir con la legislación vigente son las dos razones más frecuentes por las cuales las empresas actúan en la prevención de los riesgos laborales. A pesar de ello, más del 69% de los ocupados percibe estar expuesto al riesgo de sufrir un accidente en su trabajo (INSHT, 2012).

La amplia reglamentación que existe en España en materia de Prevención de Riesgos Laborales es valorada positivamente por los empresarios del sector. Sin embargo, se cuestiona su rentabilidad económica, su tradicional orientación al sector industrial y su orientación a las grandes empresas. Todas las empresas del sector de la Construcción que tienen un número de trabajadores superior, o igual, a 250, cuentan con herramientas de gestión para el control de sus actividades. En ellas se dispone de una mayor facilidad de acceso a la información y al asesoramiento en la puesta en práctica de las innovaciones organizativas. Sin embargo, sólo el 27% de estas grandes empresas dispone de datos sobre la repercusión económica de los accidentes laborales.

El cálculo de los costes que para estas empresas supone la Seguridad y Salud de sus empleados, presenta una serie de dificultades tales como: la complejidad de las partidas que conforman este coste, la ausencia de datos e información adecuada para los gestores y la inexistencia de un modelo contable diseñado a tal efecto. Buena prueba de ello es el hecho de que las empresas constructoras no tienen identificados en su totalidad los costes ocasionados por la ocurrencia de un accidente laboral. Esto se debe, entre otras razones, a la existencia de costes ocultos difíciles de evaluar. Por tanto, corresponde a los empresarios, no sólo el fomento de una mayor productividad de sus trabajadores y, en consecuencia, de sus negocios, sino también acometer cambios organizativos para comprometer al personal de su empresa en la reducción de los costes debidos a la siniestralidad laboral.

El interés de la investigación que en esta Memoria de Tesis Doctoral se presenta radica en desarrollar algunas herramientas, que puedan implementarse en las existentes para la gestión de empresas constructoras, con las que los empresarios del sector de la Construcción puedan realizar un mejor control, sistemático y eficaz, de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las obras de construcción que sus empresas ejecutan de modo que se mejoren los índices de siniestralidad laboral, previa planificación de las medidas y recursos preventivos.

1.3. Objetivos.

El problema de investigación planteado anteriormente puede ser reformulado en términos de objetivos que en esta investigación nos planteamos alcanzar. Se plantea un objetivo general que, a su vez, puede definirse aún más descomponiéndolo en varios objetivos específicos.

Sin más que leer el planteamiento del problema de investigación planteado antes, pueden deducirse, entre otros aspectos, que se parte de la hipótesis de que existe una falta de control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las empresas, en general, y en las obras de construcción, en particular. Es por ello que establecemos como objetivo general de esta investigación: *desarrollar una metodología para el análisis y control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las obras de construcción, para su inclusión sistemática en el modelo de gestión económica de las empresas del sector de la Construcción.*

Este objetivo general puede ser descompuesto en los siguientes objetivos específicos:

- O.1.- Estudiar las características del sector de la Construcción en España.
- O.2.- Estudiar los costes de Seguridad y Salud en las empresas del sector de la Construcción.
- O.3.- Analizar las características específicas del sector de la Construcción en relación con la siniestralidad laboral.

O.4.- Identificar las relaciones existentes entre el número de accidentes, los costes de Seguridad y Salud y los costes de la siniestralidad en la obra.

O.5.- Analizar los recursos preventivos y medidas preventivas por fases de ejecución y su relación con los costes de Seguridad y Salud y con los costes de la siniestralidad laboral.

O.6.- Analizar la repercusión de las sanciones administrativas en materia de Prevención de Riesgos Laborales sobre la siniestralidad en obras de Construcción.

O.7.- Proponer la identificación y clasificación de los costes de la Seguridad y Salud.

O.8.- Desarrollar un modelo de cálculo y control de los costes de la Seguridad y Salud.

Para comprobar si con los resultados de esta investigación se ha resuelto el problema propuesto por haberse alcanzado este objetivo general, planteamos seis grupos de hipótesis apriorísticas que deben ser corroboradas a posteriori (ver Capítulo V, pp. 200-202):

Para el O.3., se establecen tres grupos de hipótesis: Grupo 3.0, Grupo 3.I y Grupo I 3.II.

Para el O.4., se establecen cuatro grupos de hipótesis: Grupo 4.I, Grupo 4.II, Grupo 4.III y Grupo 4.IV.

Para el O.5., se establecen dos grupos de hipótesis: Grupo 5.I y Grupo 5.II.

Para el O.6., se establece el grupo de hipótesis: Grupo 6.

Una vez que ha sido enunciado el problema objeto de la investigación, los objetivos de la misma y las hipótesis que, a priori, se han formulado -que deberán ser corroboradas tras analizar los resultados que se obtengan fruto de la investigación para comprobar si el problema planteado ha sido resuelto satisfactoriamente-, procede establecer una metodología de investigación que guíe el camino a seguir durante su ejecución.

1.4. Estructura de la Memoria de Tesis.

Para llevar a cabo la investigación que se presenta en esta Memoria de Tesis Doctoral se ha llevado a cabo una Metodología (ver Capítulo IV, p. 149 y siguientes) que ha sido desarrollada según las fases que se muestran en el Gráfico 1. La descripción, tanto de los pasos dados como de los resultados obtenidos en cada una de ellas, figuran en los diferentes capítulos en los que ha sido dividida esta Memoria cuyo contenido ya ha sido extractado en el Resumen que figura en las páginas 9-13.

Capítulo 1. Introducción.

Capítulo 2. La Prevención de Riesgos en el sector de la Construcción.

Capítulo 3. Los costes de Seguridad y Salud laboral en las empresas constructoras.

Capítulo 4. Aplicación empírica. Costes de Seguridad y Salud en obras de Construcción.

Capítulo 5. Análisis de resultados.

Capítulo 6. Modelo CSS_PEI2012 de análisis, cálculo y control de Costes relacionados con la Seguridad y Salud en las Empresas Constructoras.

Capítulo 7. Consecuencias del uso de maquinaria y herramientas de mano que producen vibraciones en el sector de la Construcción.



Gráfico 1.1. Fases de la investigación.
Fuente: Elaboración propia.

Estado del arte en Seguridad y Salud del sector de la Construcción, en general, así como sobre los costes que conlleva, forman los capítulos 2 y 3 de esta Memoria de Tesis. Apoyándonos en esta revisión teórica, se diseñó el estudio de campo que se muestra en el Capítulo 4. A partir del análisis de los datos que de él se obtienen, que figuran en el Capítulo 5, se propone en el Capítulo 6 de esta Memoria de Tesis una nueva identificación y clasificación de los costes derivados de la siniestralidad laboral así como un modelo para el control y la gestión de los mismos. Por último, en el Capítulo 7 se muestra el caso singular de las consecuencias para la Seguridad y Salud de los trabajadores del sector de la Construcción derivado de la exposición a vibraciones por la maquinaria y herramientas de mano que se utilizan en las obras de construcción y cómo la jurisprudencia introduce ciertas lesiones (que la legislación vigente considera como enfermedades profesionales) como accidentes laborales.

A la vista de los anteriores resultados de investigación, se formulan las *Conclusiones* de la investigación, así como las líneas de investigación que han quedado formuladas y que consideramos interesante abordar como *futuras líneas de investigación*. Todo ello se describe en el Capítulo 8 de la Memoria.

1.5. Fuentes de información. Análisis bibliométrico.

La investigación desarrollada parte del análisis realizado de la bibliografía que figura al final de esta Memoria de Tesis. Tanto las fuentes teóricas como la documentación consultada en la revisión se referencian siguiendo estilo Harvard-Anglia 2008.

Antes se ha dicho que en el Capítulo 2 se revisa el *estado del arte* de la Seguridad y Salud en el sector de la Construcción y que el relativo a los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las empresas del sector de la Construcción se hace en el Capítulo 3.

Las fuentes de información utilizadas para los análisis antes mencionados, que van desde la búsqueda de la normativa de carácter general y particular en España y los datos estadísticos

oficiales disponibles sobre siniestralidad laboral, hasta las investigaciones existentes en esta materia o sobre los costes relacionados con la Seguridad y Salud, son:

Normativa y requisitos:

- Sitios web de organismos oficiales como la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (OSHA), así como la de cada Estado miembro de la UE; ILO, International Labour Organization –en castellano, OIT-; etc.
- EUR-Lex, el portal de Derecho de la Unión Europea.
- NATLEX, base de datos sobre mano de obra nacional, la Seguridad Social y los Derechos Humanos relacionados con la legislación que mantiene la OIT desde el Departamento de Normas Internacionales del Trabajo.
- CEI, Centro Internacional de Información sobre Seguridad y Salud.

Investigaciones recientes:

- Bases de datos de TESEO, que agrupa las tesis doctorales españolas.
- Base de datos del ISBN, que recoge información bibliográfica de libros editados en España.
- Bases de datos de investigaciones recientes, tales como ScienceDirect e ISI Web of Knowledge.
- Actas de Congresos y de Conferencias relacionados con la Prevención de Riesgos Laborales nacionales e internacionales.

Estadísticas relativas a los accidentes en la Construcción:

- Sitios web como Eurostat y sus vínculos con cada Estado miembro de la UE.
- Instituto Nacional de Estadística. –en lo que sigue, INE-.

Se ha accedido también para su consulta a los siguientes *centros y entidades oficiales*:

- Sitios web de organismos oficiales como la OSHA, OIT, etc.
- Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional de España, -en lo que sigue, SEOPAN-.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, -en lo que sigue, MTAS-.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Instituto Nacional de Seguridad Social.
- Encuesta Nacional de las Condiciones de Trabajo.

Para poder corroborar que el análisis hecho sobre el estado del conocimiento del cual se ocupa nuestra investigación es suficiente, hemos hecho un análisis bibliométrico de la literatura científica que figura en la Bibliografía estableciendo relaciones entre las palabras clave que

figuran en cada artículo siguiendo el método de las palabras asociadas (Ruiz-Baños & Bailón-Moreno, 1998). La herramienta utilizada para este análisis ha sido el software REDES 2005¹.

En diferentes matrices, tablas y diagramas se muestra la información siguiente:

Matriz de frecuencias. Se muestran los nodos por orden alfabético y por frecuencia u ocurrencia de aparición.

Matriz de adyacencias. Muestra los valores absolutos de *coocurrencias* de los nodos en los documentos. Se dice que dos palabras coocurren cuando aparecen simultáneamente en el mismo documento (Ruiz-Baños & Bailón-Moreno, 1998). Cuando se está en proceso de construcción de la red, en pantalla se muestra directamente el proceso de cálculo.

Matriz normalizada. La matriz de adyacencia sólo es válida para trazar las redes si está normalizada. El método de las palabras asociadas emplea el índice de equivalencia para realizar esta normalización. Se define como el cociente entre el cuadrado de la co-ocurrencia entre los nodos *i* y *j* y el producto de las ocurrencias de estos nodos por separado:

$$e_{ij} = \frac{c_{ij}^2}{c_i c_j} \text{ o, equivalentemente, } e_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_i} \times \frac{c_{ij}}{c_j}.$$

Representa la probabilidad cruzada de que encontrar un nodo *i* en un documento si está presente el nodo *j* por la probabilidad de encontrar el nodo *j* si está presente el nodo *i*.

Tabla de enlaces. Se muestran los enlaces generados en la matriz normalizada (los valores de sus celdillas), por orden de mayor a menor índice de equivalencia. A partir de esta ordenación se lanza el algoritmo de centros simples que identifica las sub-redes o centros de interés.

Redes. Son dos diagramas que funcionan de manera solidaria. En una de ellas, de título "Representación de las redes", se muestra un diagrama estratégico sensible al ratón. Cada vez que se pulsa sobre un centro de interés, en la imagen de la derecha se dibuja la red correspondiente a ese centro de interés. Al mismo tiempo, en el otro diagrama de título "Ficha informativa de la red", se muestran un conjunto de valores cuantitativos: centralidad, densidad, enlaces internos, enlaces externos, etc.

De los 160 artículos estudiados para determinar el estado del conocimiento sobre los costes derivados de la Seguridad y Salud en obras del sector de la Construcción se obtuvieron 265 palabras clave, ya que no todos los artículos recogían palabras clave. Tras un primer análisis, las palabras clave fueron reunificadas agrupando todas las que tuviesen igual valor semántico alrededor de la más significativa y se redujo el número de nodos a los 169; así mismo, se desestimó incluir en el estudio que sigue todas las palabras clave que tuviesen una frecuencia de aparición menor que 3 (es decir, la ocurrencia mínima se fijó en 3).

Así por ejemplo, se reunificaron términos como "work accidents" y "work related accidents".

Propiedades de la red. Como hemos puesto de manifiesto la *ocurrencia mínima* es 3, el *tamaño* de 169 nodos y fijamos como tamaño de grupos para analizar la relación entre las palabras clave, *mínimo de 4 y máximo de 17*.

¹ REDES 2005 es un software desarrollado en la Universidad de Granada para estudios sobre Bibliometría, Evaluación de la Ciencia y Vigilancia Tecnológica. La herramienta ha sido desarrollada por el profesor D. Rafael Moreno-Bailón de la Universidad de Granada.

Se identificación por tanto, un total de 169 nodos y con las premisas de tamaño de grupo anteriores, obtenemos que los *nodos que superan el umbral* es de 17 palabras clave, que se repiten más de tres veces y el número de *nodos descartados* es de 152.

En la tabla siguiente se presentas los 17 nodos que superan el umbral *ordenados por frecuencia*.

ID	Ocu.	Nombre
1	24	safety
2	17	accident
3	15	cost
4	11	construction
5	9	health
6	8	prevention
7	7	economic_analysis
8	7	risk
9	6	construction_site
10	4	cost-benefit
11	3	design
12	3	economic
13	3	estimation
14	3	accidednt_investigation
15	3	productivity
16	3	risk_assessment
17	3	risk_management

Tabla 1. 1.Ordenación por frecuencia de nodos que superan el umbral
Fuente: Elaboración propia.

La tabla de frecuencias, Tabla 1.1 demuestra que el conocimiento derivado de los análisis de la literatura científica utilizada para nuestra investigación se ha centrado, principalmente, en estudiar la Seguridad, los accidentes y sus costes en la Construcción. Así mismo, también queda claro que son muy pocas las investigaciones que se ocupan de los costes derivados de los accidentes y su investigación así como de la gestión empresarial de los riesgos laborales y enfermedades profesionales.

La *matriz de adyacencia* muestra los valores absolutos de coocurrencias de los nodos en los documentos. Cuando se está en proceso de construcción de la red, en la pantalla se muestra directamente el proceso de cálculo.

	1. safety	2. accident	3. cost	4. construction	5. health	6. prevention	7. economic_analysis	8. risk	9. construction_site	10. cost-benefit	11. design	12. economic	13. estimation	14. accidednt_investigation	15. productivity	16. risk_assessment	17. risk_management
1. safety	23	7	6	5	9	4	5	3	4	1	3	1				2	
2. accident		17	5	5	1	3		1	5		2	2	2	2		1	2
3. cost			15	3	2	2	4	4				1	3	1	1	2	1
4. construction				11		2		1	1		1		2			1	1
5. health					9	2	3	3		1		1				1	
6. prevention						8		4	1				1			1	1
7. economic_analysis							7	1				1			1		
8. risk								6					1			1	1
9. construction_site									5		1						
10. cost-benefit										4					1	1	1
11. design											3						
12. economic												3					
13. estimation													3			1	1
14. accidednt_investigation														3			1
15. productivity															3		
16. risk_assessment																3	1
17. risk_management																	2

Tabla 1. 2. Matriz de adyacencia.
Fuente: Elaboración propia.

La matriz de adyacencias, Tabla 1.2, corrobora que el conocimiento derivado de los análisis de la literatura científica utilizada para nuestra investigación que se ha ocupado de la Seguridad está, en primer lugar, relacionado con la Salud, en segundo lugar, con los accidentes y, en menor medida, con sus costes en la Construcción. Así mismo, puede observarse que es inexistente su relación con los análisis económicos, los estudios de costes-beneficios y la productividad. Los comentarios son prácticamente idénticos si se analiza la palabra clave “costes” y se analizan sus adyacencias, se comprueba que no tiene relación ni la Seguridad ni con los accidentes, y que es muy débil su adyacencia con las estimaciones de los costes y con la Construcción. Del estudio bibliométrico que nos ocupa se desprende que no se presenta adyacencia alguna en cuanto a la Prevención y su coste.

En un tercer nivel de análisis, obtenemos la *matriz normalizada*. La anterior matriz de adyacencia sólo es válida para trazar las redes si está normalizada. El método de las palabras asociadas emplea el *índice de equivalencia* (e) para realizar esta normalización. Se define como el cociente entre el cuadrado de la *coocurrencia* entre los nodos i y j y el producto de las ocurrencias de estos nodos por separado:

$$e_{ij} = \frac{c_{ij}^2}{c_i c_j}$$

Este índice representa la probabilidad cruzada de que encontrar un nodo i en un documento si está presente el nodo j por la probabilidad de encontrar el nodo j si está presente el nodo i .

Por ejemplo, e_{23} sería la probabilidad cruzada de encontrar la palabra clave “accident” en un artículo en el que figura la palabra clave “cost” por la probabilidad de encontrar la palabra “cost” en un artículo en el que esté la palabra “accident”. Parece claro que dicha probabilidad es prácticamente inexistente, porque su valor es 0.098, de lo que puede deducirse que los artículos que se ocupan de “accident” no lo hacen de “cost”, y viceversa.

En cambio los mayores valores absolutos se obtiene, en el caso de “health” y “safety”, con un 0.391, y para el caso de “risk” y “prevention”, con un 0.391.

En la Tabla 1.4 se muestran los enlaces generados en la matriz normalizada (los valores de sus celdillas), Tabla 1.3, por orden de mayor a menor índice de equivalencia. A partir de esta ordenación se lanza el algoritmo de centros simples que identifica las subredes o centros de interés.

	1. safety	2. accident	3. cost	4. construction	5. health	6. prevention	7. economic_analysis	8. risk	9. construction_site	10. cost-benefit	11. design	12. economic	13. estimation	14. accident_investigation	15. productivity	16. risk_assessment	17. risk_management
1. safety	1	0.125	0.104	0.099	0.391	0.087	0.155	0.065	0.139	0	0.13	0	0	0	0	0.058	0
2. accident		1	0.098	0.134	0	0.066	0	0	0.294	0	0.078	0.078	0.078	0.078	0	0	0.078
3. cost			1	0.055	0.03	0.033	0.152	0.178	0	0	0	0	0.2	0	0	0.089	0
4. construction				1	0	0.045	0	0	0	0	0	0	0.121	0	0	0	0
5. health					1	0.056	0.143	0.167	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. prevention						1	0	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. economic_analysis							1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. risk								1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. construction_site									1	0	0	0	0	0	0	0	0
10. cost-benefit										1	0	0	0	0	0	0	0
11. design											1	0	0	0	0	0	0
12. economic												1	0	0	0	0	0
13. estimation													1	0	0	0	0
14. accident_investigation														1	0	0	0
15. productivity															1	0	0
16. risk_assessment																1	0
17. risk_management																	1

Tabla 1. 3. Matriz de normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

Rango	ID1	Ocu.	Nombre	ID2	Ocu.	Nombre	Coocu	e
1	1	24	safety	5	9	health	9	0.391
2	6	8	prevention	8	7	risk	4	0.333
3	2	17	accident	9	6	construction_site	5	0.294
4	3	15	cost	13	3	estimation	3	0.200
5	3	15	cost	8	7	risk	4	0.178
6	5	9	health	8	7	risk	3	0.167
7	1	24	safety	7	7	economic_analysis	5	0.155
8	3	15	cost	7	7	economic_analysis	4	0.152
9	5	9	health	7	7	economic_analysis	3	0.143
10	1	24	safety	9	6	construction_site	4	0.139
11	2	17	accident	4	11	construction	5	0.134
12	1	24	safety	11	3	design	3	0.130
13	1	24	safety	2	17	accident	7	0.125
14	4	11	construction	13	3	estimation	2	0.121
15	1	24	safety	3	15	cost	6	0.104
16	1	24	safety	4	11	construction	5	0.099
17	2	17	accident	3	15	cost	5	0.098
18	3	15	cost	16	3	risk_assessment	2	0.089
19	1	24	safety	6	8	prevention	4	0.087
20	2	17	accident	11	3	design	2	0.078
21	2	17	accident	12	3	economic	2	0.078
22	2	17	accident	13	3	estimation	2	0.078
23	2	17	accident	14	3	accidednt_investigation	2	0.078
24	2	17	accident	17	3	risk_management	2	0.078
25	2	17	accident	6	8	prevention	3	0.066
26	1	24	safety	8	7	risk	3	0.065
27	1	24	safety	16	3	risk_assessment	2	0.058
28	5	9	health	6	8	prevention	2	0.056
29	3	15	cost	4	11	construction	3	0.055
30	4	11	construction	6	8	prevention	2	0.045
31	3	15	cost	6	8	prevention	2	0.033
32	3	15	cost	5	9	health	2	0.030

Tabla 1. 4.Ventana de enlaces.

Fuente: Elaboración propia.

De nuevo, los enlaces corroboran que en las publicaciones analizadas sobre los costes en la Construcción, en concreto los relacionados con la Prevención, no presentan enlaces reseñables (0.033). Aunque se analicen los accidentes, el análisis no se basa en criterios de coste (0.098) ni económicos (0.078), sino en otros aspectos relacionados con el sector de la Construcción (0.134) y sus obras (0.294).

El estudio bibliométrico finaliza mostrando las *redes* de conexión entre palabras clave. La herramienta REDES2005 suministra dos ventanas que funcionan de manera solidaria. En una de ellas, de título “Representación de las redes”, se muestra un *diagrama estratégico* dinámico ya que cada vez que se pulsa con el ratón del ordenador sobre un centro de interés, en la imagen

de la derecha se dibuja la red correspondiente a ese centro de interés. Al mismo tiempo, en la otra ventana de título “Ficha informativa de la red”, se muestran un conjunto de valores cuantitativos: centralidad, densidad, enlaces internos, enlaces externos, etc.

Con los parámetros de los nodos obtenidos para nuestra investigación, se obtiene como centro de interés la palabra clave “accident” y la red que se obtiene es la que aparece en el Gráfico 1.2.

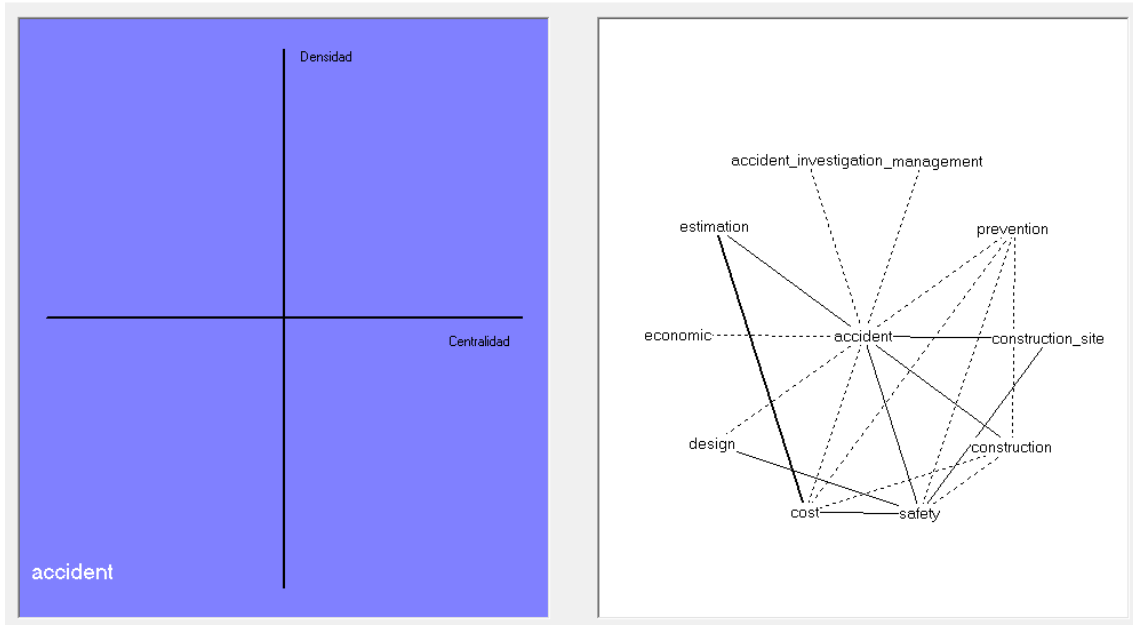


Gráfico 1.2. Diagrama estratégico, centros de interés y red asociada.
Fuente: Elaboración propia.

Del análisis del Gráfico 1.2 observamos que la red de la palabra “*accident*” se compone de 11 nodos, o palabras clave. Con unos valores de *centralidad* de 15.07 que refleja la cohesión externa y de *densidad* de 19.27 que mide la intensidad de las asociaciones internas.

En la Tabla 1.5. se muestran para los nodos de la red, los valores de ocurrencia.

Rango	Nodo	Ocu.
2	accident	17
9	construction_site	6
4	construction	11
1	safety	24
3	cost	15
11	design	3
12	economic	3
13	estimation	3
14	accidednt_investigation	3
17	risk_management	3
6	prevention	8

Tabla 1.5. Red de “accident”.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en las tablas 1.6 y 1.7 se muestran los enlaces externos e internos con su índice de ocurrencia y el valor “e” o índice de equivalencia. Se observa que la probabilidad de que las palabras “safety” y “health” aparezcan juntas en la misma publicación es de un 39.1%.

Rango	ID1	Ocu.	Nombre	ID2	Ocu.	Nombre	Co-ocu	e
1	1	24	safety	5	9	health	9	0.391
2	6	8	prevention	8	7	risk	4	0.333
5	3	15	cost	8	7	risk	4	0.178
7	1	24	safety	7	7	economic_analysis	5	0.155
8	3	15	cost	7	7	economic_analysis	4	0.152
18	3	15	cost	16	3	risk_assessment	2	0.089
26	1	24	safety	8	7	risk	3	0.065
27	1	24	safety	16	3	risk_assessment	2	0.058
28	5	9	health	6	8	prevention	2	0.056
32	3	15	cost	5	9	health	2	0.030

Tabla 1. 6. Índice de equivalencia en los Enlaces externos”

Fuente: Elaboración propia.

Rango	ID1	Ocu.	Nombre	ID2	Ocu.	Nombre	Co-ocu	e
3	2	17	accident	9	6	construction_site	5	0.294
4	3	15	cost	13	3	estimation	3	0.200
6	5	9	health	8	7	risk	3	0.167
9	5	9	health	7	7	economic_analysis	3	0.143
10	1	24	safety	9	6	construction_site	4	0.139
11	2	17	accident	4	11	construction	5	0.134
12	1	24	safety	11	3	design	3	0.130
13	1	24	safety	2	17	accident	7	0.125
14	4	11	construction	13	3	estimation	2	0.121
15	1	24	safety	3	15	cost	6	0.104
16	1	24	safety	4	11	construction	5	0.099
17	2	17	accident	3	15	cost	5	0.098
19	1	24	safety	6	8	prevention	4	0.087
20	2	17	accident	11	3	design	2	0.078
21	2	17	accident	12	3	economic	2	0.078
22	2	17	accident	13	3	estimation	2	0.078
23	2	17	accident	14	3	accidednt_investigation	2	0.078
24	2	17	accident	17	3	risk_management	2	0.078
25	2	17	accident	6	8	prevention	3	0.066
29	3	15	cost	4	11	construction	3	0.055
30	4	11	construction	6	8	prevention	2	0.045
31	3	15	cost	6	8	prevention	2	0.033

Tabla 1. 7. Índice de equivalencia en los Enlaces internos.

Fuente: Elaboración propia.

En suma, a la vista de los resultados obtenidos con este análisis bibliométrico podemos corroborar que:

1º Las publicaciones analizadas y que sirven de base para nuestra investigación se ocupan, *fundamentalmente*, de los accidentes, de la Construcción en general, de las obras de la Construcción en particular, de la Seguridad y de los Costes de la Seguridad y Salud y su estimación. Por tanto, demuestra que nuestra búsqueda bibliográfica ha sido acertada y adecuada a nuestro objeto de investigación.

2º Por otro lado, hemos podido observar que hay otros temas que, si bien tiene poca relación con los anteriores, también aparecen entre ellos relaciones como la Prevención, la investigación de accidentes, el diseño, la gestión de los riesgos y la estimación económica.

3º La relación que con más fuerza se presenta en la red es la de la estimación de los costes en relación con los accidentes y la Seguridad en la Construcción.

Para finalizar este estudio bibliométrico, es preciso resaltar que el diseño del Proyecto de obra, como fase previa a su ejecución, se presenta junto a la Seguridad en las obras de la Construcción y a la Prevención de los accidentes.

En conclusión, tras haber comprobado que la revisión del estado del conocimiento realizado ha sido la adecuada a las exigencias de nuestra investigación, podemos afirmar que ésta está plenamente justificada.

CAPÍTULO 2.

La Prevención de Riesgos en el sector de la Construcción.

En este Capítulo se realiza un análisis de las características del sector de la Construcción para poner de manifiesto cómo tienen una marcada repercusión en la siniestralidad laboral. Se presentan las actividades que se realizan en la Construcción, los agentes implicados en ellas y las características específicas de los procesos de producción.

Posteriormente, se presentan los datos relacionados con la siniestralidad laboral obtenidos tras estudiar diversas investigaciones y consultar fuentes documentales especializadas. Cabe reseñar que se han analizado las estadísticas oficiales suministradas por la UE a través de Eurostat (Statistical Office of the European Communities u Oficina Europea de Estadística) en relación con los accidentes en el trabajo, así como los problemas de interpretación de los datos en los cuales están basadas. Los resultados obtenidos permiten destacar los valores de los principales índices de siniestralidad y su evolución en España durante los últimos años.

Por último, se analizan los requerimientos normativos de Seguridad y Salud aplicables al sector de la Construcción: la Directiva 92/57/CEE y las adaptaciones realizadas por España. El Consejo de las Comunidades Europeas justifica la necesidad de esta Directiva porque las obras de Construcción, temporales o móviles, constituyen un sector de actividad que implica riesgos particularmente elevados para los trabajadores.

2.1 Características del sector de la Construcción.

¿Qué singularidades presenta el sector de la Construcción? ¿Están relacionadas con la siniestralidad laboral en él? ¿Cuáles son los costes que deben asumir sus empresas a causa de dicha siniestralidad?

Autores como Hinze (1971), Helander (1980), Everett y Frank (1996), Abdelhamid y Everett (2000) o Loosemore (2007), han puesto de manifiesto que el sector de la Construcción es el que presenta mayor número de accidentes laborales en comparación con el resto de los sectores de actividades de producción.

Tanto Helander como Everett y Frank pusieron de manifiesto que los esfuerzos hechos en investigación para atajar la siniestralidad laboral en la Construcción habían resultado ser del todo insuficientes. No habían conseguido disminuir los altos costes asociados a los accidentes en el sector ya que, a pesar de que la Seguridad ha experimentado cambios importantes en las últimas décadas, en la Construcción continúa registrándose el mayor número de víctimas laborales si se compara con las sufridas en otros sectores de producción económica (Camino *et al.*, 2008).

Con objeto de poder identificar, con la mayor amplitud y exhaustividad posible, las causas de la siniestralidad laboral en la Construcción se hace necesario analizar sus actividades, los agentes que intervienen, los procesos de producción, qué se entiende por siniestro en el trabajo y, en general, cuál es el estado de la normativa existente en Seguridad y Salud.

2.1.1. Actividades del sector.

Al igual que sucede con cualquier otra actividad productiva de carácter económico, la Construcción tiene una finalidad principal: la elaboración y acabado de una serie de productos y su posterior venta en el mercado. El producto objeto de construcción es la ejecución completa de una obra, definida mediante un Proyecto (Carvajal, 2008). El Anexo 1 del Real Decreto 1627/97 identifica como obra de Construcción, pública o privada, aquella en la que se efectúen trabajos de edificación o ingeniería civil entendidas como:

- Edificación: construcción de edificios permanentes de forma independiente.
- Edificación residencial: construcción concebida para ser utilizada como vivienda unifamiliar o colectiva.
- Edificación no residencial: construcción de edificios destinados a fines agrarios, industriales, prestación de servicios o, en general, para el desarrollo de una sociedad.
- Obra civil: obras de infraestructura, necesarias para hacer posibles las actividades tanto económicas como sociales de una población, distintas de la edificación, destinadas a ser utilizadas colectivamente por la sociedad.

Se engloban dentro del sector de la Construcción todas las actividades que se derivan de los trabajos propios de la edificación y obra civil, antes citados, y que figuran descritos en el Anexo I del Convenio General de la Construcción 2007-11. Concretamente, las actividades que figuran en la *Clasificación Nacional de Actividades Económicas* (2009) -en adelante, CNAE-, sección F (R.D. 475/2007), son consideradas como obras de Construcción siempre que, según se

indica en la *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de Construcción* en su Anexo I (INSHT, 2003), «estén referidas a aquellos trabajos intrínsecamente asociados a actividades constructivas (edificación e ingeniería civil) y se ejecuten con tecnologías propias de este tipo de industrias».

Por tanto, la CNAE 2009 clasifica las actividades del sector de la Construcción en:

1. Construcción de edificios (NACE Rev.2, 41): promoción inmobiliaria, construcción de edificios residenciales y construcción de edificios no residenciales.
2. Ingeniería civil (NACE Rev.2, 42): construcción de carreteras y autopistas, construcción de vías férreas en superficie y subterráneas, construcción de puentes y túneles, construcción de redes para fluidos, construcción de redes eléctricas y de telecomunicaciones, obras hidráulicas y construcción de otros proyectos de ingeniería civil *no clasificados en otra parte*, -en lo que sigue, n.c.o.p.-.
3. Actividades de construcción especializada (NACE Rev.2, 43): demolición, preparación de terrenos, perforaciones y sondeos, instalaciones eléctricas, fontanería, instalación de sistemas de calefacción y aire acondicionado, otras instalaciones en obras de construcción, revocamiento, instalación de carpintería, revestimiento de suelos y paredes, pintura y acristalamiento, otro acabado de edificios, construcción de cubiertas y otras actividades de construcción especializadas n.c.o.p.

Cada tipo de obra requiere un equipo cualificado para su planificación, diseño, construcción y posterior mantenimiento. Detallando aún más la tipología de las obras propias de cada una de las tres actividades de producción del sector de la Construcción antes citadas, podemos distinguir:

- Construcción de edificios de diferentes usos (viviendas, instalaciones, etc.).
- Carreteras, vías urbanas, pistas, aparcamientos de superficie, alumbrado y señalizaciones, etc.
- Infraestructura ferroviaria, incluido alumbrado, electrificación, señalización, túneles, puentes, estaciones, etc.
- Aeropuertos.
- Puertos y canales de navegación.
- Centrales de producción de energía eléctrica.
- Oleoductos, gaseoductos y redes de abastecimiento de gas.
- Encauzamientos y defensas de aguas pluviales, obras de regadío, presas, canales, etc.
- Redes de abastecimiento y distribución de agua potable, captación y depósito.
- Redes de saneamiento (alcantarillados, colectores, etc.) y estaciones depuradoras de aguas residuales.
- Otras obras, tales como demoliciones, instalaciones deportivas y de ocio (pistas, piscinas, parques, jardines, etc.) y restantes obras de ingeniería civil.
- Excavación. Comprende los trabajos de vaciados de tierra, pozos, zanjas, etc.

- Movimiento de tierras. Como explanaciones, desmontes y terraplenes, rellenos y compactaciones, etc.
- Construcción. Operaciones, dentro de una obra, de excavación, movimientos de tierras, saneamiento, etc.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados. Por ejemplo el montaje de losas y muros prefabricados, de estructuras, cubiertas prefabricadas, cerramientos, etc.
- Acondicionamientos o instalaciones. Adecuación de un terreno, de un edificio o local para preparar o mejorar sus condiciones para su uso; como puede ser disponer de un local comercial para su utilización como cafetería o la preparación de una carretera para la ampliación de los arcenes.
- Instalaciones de calefacción, climatización, electricidad, fontanería, etc.
- Transformación. Trabajos para modificar el estado de un edificio con el fin de cambiar su propio uso. Estos trabajos pueden ser, por ejemplo, el transformar un antiguo palacio en instalaciones para uso público, un teatro en varios cines, transformar un puesto pesquero en otro deportivo, etc.
- Rehabilitación. Entre otros, de inmuebles abandonados o antiguos para que puedan volver a ser usados, como un hotel, teatro, edificio, etc.
- Reparación. De instalaciones, elementos decorativos, componentes estructurales, etc.
- Desmantelamiento. Por ejemplo de un falso techo, de una instalación de calefacción, de una pintura, etc.
- Derribo. Demolición de un edificio o partes del mismo.
- Mantenimiento. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que los edificios, instalaciones, cubiertas, calzadas... puedan seguir funcionando adecuadamente. Conservación mediante trabajos de pintura y de limpieza. Pintura de fachadas, elementos estructurales, cerrajería, carpintería, etc. Limpieza de fachadas, cubiertas, canalones, etc.
- Saneamiento. Ejecutar, reparar o reformar el alcantarillado o drenaje de un edificio, municipio, etc.

De lo anterior podemos corroborar lo dicho anteriormente estableciendo que la actividad de *edificación* engloba dos grandes mercados: la edificación residencial, que abarca la construcción de viviendas, y la no residencial, que incluye la construcción de oficinas, edificios comerciales, naves industriales e instalaciones hoteleras y recreativas. Esta actividad constituye el segmento principal del sector. Su oferta está condicionada por dos aspectos:

- La disponibilidad y precios de los distintos factores de producción: suelo, mano de obra, materiales de construcción y condiciones de financiación.
- El ritmo de la actividad que viene determinado por la evolución de la rentabilidad esperada del negocio, entendida esta como la relación entre el precio esperado de venta del producto final y los costes asociados a la construcción y promoción.

En España, tras una década de fuerte expansión del mercado de *edificación residencial*, que ha elevado la oferta de viviendas hasta niveles muy superiores a la media de los países europeos, ya

sea en términos absolutos o relativos a la población o al parque de viviendas existente, el año 2007 supuso el inicio de una fase de ajuste. Este nuevo periodo responde a un debilitamiento de la demanda que se viene apreciando desde comienzos de 2007 y a una caída de la rentabilidad esperada del negocio. Esta corrección cíclica, ciertamente anunciada, se está produciendo de un modo más intenso que el inicialmente previsto ante el efecto inesperado de la restricción crediticia asociada a la crisis financiera internacional. Con todo, frente a la notable desaceleración de los mercados residenciales de vivienda libre, el comportamiento de la edificación no residencial está siendo menos desfavorable.

Dentro de la actividad de *edificación residencial*, cabe distinguir entre edificación de obra nueva – alrededor del 90% del total –, y la actividad de rehabilitación. A diferencia de la obra nueva, los visados de rehabilitación comenzaron a reducirse en 2006, y continuaron haciéndolo prácticamente al mismo ritmo en 2007, acometiéndose 35 mil rehabilitaciones de viviendas en ese ejercicio, frente a un promedio de 50 mil en los cuatro años anteriores.

En este caso, la menor demanda de vivienda visada, como refleja la caída de transacciones desde 2006, lleva asociada una menor actividad de rehabilitación. Pero además, una parte de la actividad de rehabilitación se realiza por empresas especializadas en la compra de edificios antiguos para su venta posterior una vez restaurados, proyectos que dejan de ser rentables en un entorno de expectativas de moderación e incluso descenso del precio de los inmuebles y ante unas previsiones de estancamiento de la demanda en el corto plazo.

El *Plan Estatal de Vivienda 2005-2008* introdujo modificaciones para reimpulsar el segmento de la rehabilitación, como medida para amortiguar la destrucción de empleo en la construcción de obra nueva, al ser este un segmento intensivo en mano de obra. Así, el Ministerio de Vivienda ha propuesto mejorar la financiación de la rehabilitación, posibilitando que los promotores y propietarios de las viviendas rehabilitadas puedan acceder a préstamos protegidos – con un interés del 5.09%, inferior al que ofrecen las entidades de crédito, haciendo más viables las operaciones de rehabilitación de los centros históricos y urbanos. Asimismo, ha ampliado el concepto de áreas de rehabilitación, creando uno nuevo, el de áreas de renovación urbana, en las cuales se podrán derribar viviendas que se encuentren en zonas muy degradadas para construir otras nuevas.

Los visados de dirección de obra para reforma o rehabilitación de edificios destinados a viviendas alcanzaron las 28718 unidades en 2008, lo que supone un incremento del 1.7% respecto al año anterior. Según los datos del *Ministerio de Fomento*, el presupuesto de ejecución material de esas intervenciones fue de 1471.8 millones de euros, casi un 11% menos que un año antes, cuando la cifra superó los 1651.1 millones. Si se tienen en cuenta también los visados para rehabilitar edificios destinados a otros usos diferentes de vivienda, la cifra total del conjunto de 2008 fue de 36423 permisos, cifra situada ligeramente por encima a la de 2007 cuando se llegaron a los 36302. Sin embargo, el presupuesto de ejecución material total fue de 3064 millones de euros, frente a los 3141.7 millones de un año antes, es decir, un 2.4% menos.

Las *infraestructuras públicas*, que son consideradas construcciones dentro de la *obra civil*, son un factor clave de la economía de cualquier territorio. No sólo contribuyen de forma importante a la competitividad, sino que unas buenas infraestructuras aumentan considerablemente el bienestar y la estabilidad social. Pero el principal valor de la obra pública es, probablemente, su capacidad potencial, el efecto multiplicador que ejerce sobre la iniciativa privada y, consiguientemente, sobre el dinamismo económico y la innovación. Unas infraestructuras

adecuadas, fruto de la obra pública, son la base sobre la que se asienta una economía moderna y competitiva, que aprovecha los momentos favorables del ciclo económico para crecer a buen ritmo y que minimiza los efectos negativos que acarrearán los puntos más bajos del ciclo, como el actual. En la Tabla 2.1 se muestra la distribución de obra pública en el año 2008, según el Ministerio de Fomento del Gobierno de España.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Portuarias	100.1		292.4	7.5		
Carreteras						
- Nueva Infraestructura	2321.1	259.3	1632.8	417.3	2723.9	481.1
-Mantenimiento y explotación		1513.4	697.5		5689.4	
Ferrovias	1443.1					
Aeroportuarias	113.8			185.2		
Hidráulicas				210.4	12.8	
Desalación	199.7		35.9	947.1	152.8	
Movilidad urbana		104.4	422.6	944.1	363.3	2490.4
Aparcamientos	33.3	78.2	193.1	284.6	85.9	203.0
Sanitarias		431.3	1422.3		48.5	68.1
Servicios Sociales	792.1	26.6	265.5	9.1	60.6	21.5
Otras	690.2	367.7	1946.2	1527.8	545.8	1762.1
TOTAL	5693.4	2780.9	6908.3	4533.1	9683.0	5026.2

Tabla 2.1. Distribución de la obra pública por tipo de obras (Ministerio de Fomento del Gobierno de España)
Fuente: SEOPAN, 2008

Ya sea de forma directa o por medio de concesiones que estimulan la iniciativa privada, las Administraciones tienen la obligación de proveer y mantener infraestructuras que reúnan las características de bienes públicos, es decir, que beneficien al conjunto de la sociedad. La inversión pública por parte del Estado y de otras administraciones públicas tiene un efecto de arrastre sobre los sectores proveedores al de la Construcción que conlleva el aumento de la actividad y la capacidad expansiva de las infraestructuras sobre la productividad y la competitividad.

Como medidas para estimular y reactivar la actividad económica en circunstancias de crisis como las actuales, las administraciones públicas sólo tienen en el corto plazo una herramienta de veraz eficacia: la inversión en obra pública, más allá de incentivos fiscales y modificaciones legislativas. En efecto, la construcción de obra pública constituye un elemento impulsor de la actividad económica, pero en coyunturas como la actual, su importancia se revela como fundamental.

Según el Ministerio de Fomento, la licitación nacional alcanzó durante 2008 los 40588 millones de euros, cifra que representó un descenso del 13% sobre 2007. Reactivar la licitación es la máxima prioridad en los últimos años, ya que de los 2437.9 millones invertidos en los dos primeros meses de 2008, se pasó a 763.6 millones en el mismo periodo de 2009, con una caída del 68.7%. Desde el Ministerio de Fomento, la licitación promovida por AENA bajó un 82.4% y la de las autoridades portuarias cayó un 62%, mientras que sólo creció un 8.8% la promovida

por ADIF. Para ello no bastará agilizar los proyectos ya existentes o la confección y tramitación de otros nuevos, sino que se deberá disponer de fondos, teniendo en cuenta que al menos las dos terceras partes del presupuesto del ministerio de Fomento para este año destinado a inversiones en infraestructuras están ya comprometidas. Sin embargo, desde comunidades autónomas y ayuntamientos sí se ha incrementado la licitación de nuevas obras, elevándolas un 11.71%, cifra que sólo compensa parcialmente la carencia de inversión por parte del gobierno, descendiendo la media de licitaciones un 20.6%.

2.1.2. Agentes que intervienen.

En el sector de la Construcción intervienen agentes muy diversos. Los principales agentes implicados son: el promotor –que puede tener personalidad jurídica privada o pública-, el proyectista, la dirección facultativa de obra, el constructor o contratista, el jefe de obra, los subcontratistas, los trabajadores autónomos, trabajadores a pie de obra, las entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación, suministradores de productos, los propietarios y los usuarios, las administraciones y entidades públicas, los colegios profesionales y, si añadimos como agentes implicados también los relacionados con la Seguridad y Salud, hemos de incluir las figuras del coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto y en fase de ejecución. La identificación legal de cada uno de los agentes figura en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales, el Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE) y Ley 32/2006 Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción (LSSC). Se definen los agentes como:

- *Promotor*: «cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.» (LOE, art. 9)
- *Proyectista*: agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto (LOE, art. 10).
- *Dirección facultativa*: constituida por «el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y el control de la ejecución de la obra». La componen el director de obra, director de la ejecución de obra y el coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. El director de obra es aquel que «dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto» (LOE, art. 12). Por otra parte, el director de la ejecución de obra es el agente que «asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado» (LOE, art. 13). Por último, el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra es «el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las tareas para la aplicación y coordinación de la prevención y seguridad durante la ejecución de la obra» (Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, art. 2).

- *Constructor, contratista o empresa principal*: aquella persona jurídica que «asume contractualmente ante el promotor el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato» (LOE, art. 11).
- *Jefe de obra*: quien «asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra» (LOE, art. 12).
- *Subcontratistas*: «personas físicas o jurídicas que asumen contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución» (LSSC, art. 3).
- *Trabajadores autónomos*: «personas físicas, distinta del contratista y del subcontratista, que realizan de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asumen contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra» (LSSC, art. 3).
- *Trabajadores a pie de obra*: aquellos que «tienen una ocupación remunerada en una empresa, institución, etc.» (Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española).
- *Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto de obra*: es «el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de obra, los principios generales de prevención en materia de Seguridad y Salud» (Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, art. 2).
- *Entidades de control de calidad*: son aquellas entidades «capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo al proyecto y a la normativa aplicable» (LOE, art. 14).
- *Laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación*: comprenden aquellos laboratorios «capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación» (LOE, art. 14).
- *Suministradores de productos*: «los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción» (LOE, art. 15). Encargados de entregar los productos de acuerdo a las especificaciones del pedido, con responsabilidad de su origen, identidad, calidad y del cumplimiento de las exigencias establecidas por la normativa técnica aplicable; e igualmente facilitar las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, cuando proceda.

Además destacamos otros agentes, no recogidos en las normas anteriores.

- *Administraciones y entidades públicas*: encargados de facilitar las licencias precisas para acometer la obra, y a las que se ha de abonar las distintas tasas e impuestos establecidos de acuerdo al tipo de construcción.

- *Colegios profesionales*: entidades responsables del visado del proyecto de obra mediante el que se controla la titulación del responsable del mismo, así como la conformidad de la documentación presentada.

2.1.3. Características del proceso productivo.

Las *actividades del sector* de la construcción presentan importantes singularidades de las que, a su vez, se derivan unas características intrínsecas. Estas características hacen que las empresas del sector determinen su modelo de negocio, de contratación con trabajadores y otras empresas e, incluso, su organización.

En este sentido resultan destacables las siguientes:

1.- El largo plazo de los procesos productivos.

Una de las características más sobresalientes del sector de la Construcción es el plazo en el que deben ejecutarse las obras. Tanto Truyols *et al.* (2010), como la publicación del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas español -en adelante, ICAC-, *Normas de adaptación del Plan General de Contabilidad: Empresas constructoras* (ICAC, 2000), ponen de manifiesto el largo plazo del proceso productivo en obras del sector de la Construcción que pueden cifrarse, en términos medios, entre doce y veinticuatro meses para las obras de edificación urbana y de dos a cuatro años para las obras públicas.

2.- La organización y estructura del sector.

El sector de la Construcción se diferencia de otros por su organización y estructura, que le hacen ser notoriamente distinto a otros sectores de producción. Por ejemplo, la dispersión de los centros de trabajo y su temporalidad, los cambios constantes en las condiciones de trabajo y el carácter itinerante de las obras, influyen tanto en la organización de las empresas constructoras como en su estructura ya que la composición de su personal es muy variable y, en consecuencia, también lo es su formación, tanto general como específica, en temas relacionados con la prevención de riesgos laborales lo cual, a su vez, dificulta anticipar y diseñar las actividades preventivas.

3.- Las condiciones de los centros de trabajo.

En las obras de construcción, cada centro de trabajo está condicionado por las instalaciones, medios auxiliares, maquinaria, etc. En ocasiones, la dificultad para encontrar los equipos y medios necesarios para trabajar de la forma más adecuada, implica recurrir a otros *medios alternativos* que no siempre son los idóneos para la seguridad de los trabajadores.

4.- La realización simultánea de tareas.

En cualquier obra de construcción se ejecutan, con bastante frecuencia, tareas simultáneas ligadas a diferentes actividades constructivas lo que origina *interferencias con terceros*. Esta es una característica muy importante, y digna de ser tenida en cuenta, dentro del conjunto general de actividades llevadas a cabo en el sector de la Construcción que es generadora de riesgos en los entornos de trabajo.

Las obras de construcción pueden clasificarse bajo distintos criterios, entre los que se encuentran:

- Según el estado de la obra en el momento de su comienzo, pueden clasificarse como obra nueva, donde la construcción del inmueble se realiza desde su inicio, o como obras de rehabilitación o de mantenimiento, que se realizan sobre construcciones ya existentes teniendo como finalidad recuperar el uso anterior del inmueble o, bien, dotarlo de otro diferente mediante el proceso constructivo (obras de sustitución de ciertos elementos o de conservación de los mismos como sus instalaciones, acabados, carpintería, cubierta, etc.).
- De acuerdo a la naturaleza del promotor, la obra puede catalogarse como pública o privada. La primera tiene lugar cuando la obra es promovida por la administración pública siendo por tanto su principal objetivo el uso para beneficio de la población. La segunda, la obra privada, es aquella en la que el promotor no es una entidad pública, por lo que la construye para su propio beneficio.

Entre los elementos que hacen de las *obras*, productos singulares del mercado de la Construcción, destacan los siguientes:

- Como señala Sánchez (1974), “La producción es contratada previamente, se actúa por encargo, sin que las ventas, en su significado comercial, formen parte de los fines económicos de estas empresas”, por lo que se pueden considerar *trabajos por pedidos*.
- En cada obra intervienen multitud de factores difíciles de controlar y que, a su vez, varían de una a otra, por lo que puede considerarse que no hay dos obras iguales. Cada obra es singular, *única*, y en ella se desarrolla un proceso irreplicable.
- Las obras se acometen en *lugares diferentes*, de ahí que se plantean problemas de desplazamientos y accesibilidad de medios materiales y humanos. Esta singularidad no se dan en otras actividades productivas y lleva asociada una mayor dificultad para su control. De hecho algunos autores consideran que cada obra es una microempresa por darse en ellas todas las fases de un proceso productivo (Sánchez, 1974).
- Como recoge el Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas -en adelante, ICAC- en las *Normas de adaptación del Plan General de Contabilidad: Empresas constructoras* (ICAC, 2000), el *largo plazo de producción* obliga a la revisión periódica de los precios y a la adaptación y modificación del proyecto a lo largo de la ejecución de la obra. Ambas singularidades hacen que el *precio final de este producto sea algo incierto*.
- Cuando las obras son de gran magnitud se hace uso de la alianza comercial conocida como Unión Temporal de Empresas -en adelante, UTE-. Es decir, se recurre a un sistema de colaboración entre empresarios por tiempo cierto, determinado o indeterminado, para el desarrollo o ejecución de una obra, servicio o suministro, para su óptima realización (Ley 18/1982, de 26 de mayo, modificada por la Ley 12/1991, de 29 de abril, de Agrupaciones de interés económico). Según la norma de valoración nº 18 de las anteriormente citadas *Normas de adaptación del Plan General de Contabilidad: Empresas constructoras*, también la magnitud de las obras obliga a, en ocasiones, fragmentar el proyecto técnico en *unidades de obra* (ICAC, 2000).
- Los *clientes* para los que se ejecutan estos productos pueden ser públicos o privados.

- En los procesos de construcción intervienen *gran cantidad de materiales de distinto tipo*, aunque el material clave es el cemento, siendo su índice de consumo a nivel nacional un indicativo de la situación del sector de la Construcción.
- La complejidad de los trabajos a desarrollar, las tecnologías a aplicar, los distintos tipos de clientes con exigencias dispares y las diferentes clases de obras a ejecutar dan lugar a la aparición de empresas complementarias de la constructora general (encofradores, escayolistas, ferrallistas, fontaneros, carpinteros, escayolistas, etc.). Estas pueden ser de mayor o menor tamaño, tener una mejor o peor organización y formas societarias también muy diferentes. De acuerdo con Delgado (1991), «la empresa de construcción general suele actuar fundamentalmente como coordinadora y, aunque ejecute buena parte de la obra con sus propios medios, recurre a las empresas especializadas para la ejecución de aquellas otras partes que no puede o no le interesa ejecutar directamente». Por otra parte, la especialización en el sector de la Construcción se concreta en una práctica contractual formal, la denominada *subcontratación*, definida en la Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector (Carvajal, 2008).
- Las características anteriores conducen a que, por lo general, en las obras de Construcción se presente una *alta rotación de personal*.
- Las *condiciones meteorológicas*, en general, tiene una influencia muy importante en la buena marcha de los trabajos, ya que, no sólo pone en riesgo al personal sino también por el buen funcionamiento de los medios auxiliares, pueden ocasionar retrasos no previstos y otras situaciones de riesgo, especialmente en zonas de alta pluviosidad (Rubio, 2001).

2.1.4. La Seguridad y Salud en las empresas del sector.

En la *Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas* (ENGE) realizada en 2009 se pone de relieve que en cuatro de cada diez centros de trabajo de empresas de 50 empleados o más se aplica un sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo basado en la especificación técnica OSHAS 18001, destacando, en particular, el sector de la Construcción donde más de una de cada dos empresas la emplea (INSHT, 2009).

En la *Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007- 2012* se plantean distintos dos objetivos: por un lado, conseguir una reducción constante y significativa de la siniestralidad laboral y el acercamiento a los valores medios de la Unión Europea, tanto en lo que se refiere a los accidentes de trabajo como a las enfermedades profesionales y, por otro lado, la mejora continua y progresiva de las condiciones de Seguridad y Salud en el trabajo.

Para la consecución de dichos objetivos se debe actuar en, la relación entre recursos preventivos propios y ajenos en las empresas, la calidad de las actividades preventivas y la formación de profesionales y trabajadores. Las empresas desarrollan nuevas medidas y se abre el debate entre todos los sujetos implicados sobre como perfeccionar la eficacia y la calidad de la prevención de riesgos laborales en nuestro país.

Las empresas del sector, en la actualidad, han superado la adaptación a la extensa normativa de prevención de riesgos laborales. Esta legislación que, a veces, ha podido adolecer de cierta generalidad, sin tener adecuadamente en cuenta otras variables igualmente importantes como algunas peculiaridades de los diferentes sectores de actividad, unida a la rapidez con que la que

se ha incorporado al ordenamiento jurídico español la normativa comunitaria sobre Seguridad y Salud en el trabajo, dificultan su cumplimiento, particularmente en las pequeñas y medianas empresas. Todo ello ha dado lugar a problemas como la falta de un nivel adecuado de integración de la prevención en la empresa, así como un cumplimiento más formal y burocrático que real y efectivo de las obligaciones preventivas.

Para ello se proponen actuar en distintas áreas con incidencia en la Seguridad y Salud de los trabajadores: política educativa, organización de la prevención en la empresa, vigilancia y cumplimiento de la normativa, política de I+D+i, consulta y participación de los trabajadores, etc.

En el sector de la Construcción español interactúan por tanto empresarios, trabajadores y sus organizaciones representativas, pero también al sector de la prevención en general (servicios de prevención, entidades auditoras, entidades formativas) junto con los poderes públicos con el objetivo de la mejora continua de la Seguridad y Salud de las empresas de la Construcción.

De acuerdo con las características referidas en el epígrafe anterior, se pone de manifiesto que la industria de la Construcción representa un sector singular. Tanto por sus características específicas, como por el hecho de que en cada obra intervienen factores específicos difícilmente controlables, el desempeño de la Seguridad y Salud en las obras de Construcción resulta ser una labor difícil. Pinto *et al.* (2011) destacan las siguientes factores que dificultan esta labor:

- La Seguridad y Salud no se integra en el proceso de gestión de la Construcción, sino que, generalmente, se tienen en cuenta durante la ejecución de cada una de las fases de obra. Debiera integrarse *a través del diseño* (Gambatesse *et al.*, 2008), es decir, considerándolas desde el momento en que se está diseñando el Proyecto de obra, mediante una planificación eficaz, en la cual se detallan los procedimientos, las medidas preventivas a adoptar y las fases de control de la ejecución de dicho Proyecto.
- En el sector de la Construcción concurren, frecuentemente, trabajadores de diversas nacionalidades, por lo que la comunicación en las obras con los responsables de la Seguridad y Salud puede, en ocasiones, hacerse difícil y resultar insuficiente.
- También es frecuente la constatación de que los trabajadores a pie de obra carecen de información relativa a los peligros, accidentes, procedimientos de ejecución, etc. Es decir, desconocen la mayor parte de los componentes que más influyen en la productividad y en la calidad y, en consecuencia, los relativos a la Seguridad y Salud como son la formación, la información, la comunicación y la motivación (García, 2002).
- En general, hay un elevado número de empresas constructoras que poseen un pequeño volumen de negocio, por lo que el presupuesto que destinan a medidas de Seguridad y Salud es, en muchas ocasiones, limitado. Por lo tanto, la aplicación de las medidas preventivas necesarias no siempre es la idónea. Camino *et al.* (2008) analizaron cómo influye el tamaño de las empresas del sector de la Construcción en el número de accidentes de trabajo en España entre los años 1990 y 2000, llegando a la conclusión de que las empresas con menos de 25 empleados presentan índices de siniestralidad más altos. Esto es debido, por contraste, a que las grandes constructoras disponen de los medios económicos y materiales para gestionar la Seguridad y Salud eficientemente.

- Existe cierta falta de cultura preventiva por parte de las empresas de construcción y de sus directivos. Se entiende por *cultura preventiva* el conjunto de creencias, normas, actitudes, roles y prácticas sociales y técnicas que se preocupan de reducir al mínimo la exposición de los empleados, gerentes, clientes y miembros del público a condiciones consideradas peligrosas o nocivas (Guldenmund, 2000). En ocasiones, las medidas preventivas que realmente son empleadas en la ejecución de una obra no se corresponden con las dispuestas inicialmente en los Estudios y Planes de Seguridad y Salud. Por otra parte, existe cierta tendencia a seleccionar los métodos de trabajo basándose sólo en el coste del mismo, sin prestar atención a la obligación de gestionar los riesgos que se deriven de ello.
- La variabilidad del lugar de trabajo, comentada anteriormente, condiciona en gran medida la Seguridad y Salud, a diferencia de otros entornos industriales donde las tareas suelen ser repetitivas y están controladas por la ubicación fija de la maquinaria. En ocasiones, es imprescindible tener que viajar largas distancias e instalarse donde se encuentre la obra. El desarraigo del trabajador de su familia y de su entorno habitual puede aumentar la adopción por parte del profesional de conductas de riesgo y fomentar el consumo de sustancias nocivas para su salud.
- El exceso de confianza de los trabajadores veteranos del sector de la Construcción, a veces, pone en riesgo la ejecución de los trabajos debido a la sobrevaloración de sus posibilidades (Helander, 1991). Este factor no siempre redundaría en un mejor aprendizaje de los trabajadores noveles, que tienen como referencia a los más veteranos (Törner & Pousette, 2009).
- A menudo, la presión económica y el tiempo de ejecución de las tareas influyen en que se realicen operaciones imprudentes que ponen en peligro la Seguridad y Salud de los trabajadores.
- Los trabajadores están formados, normalmente, en un solo oficio del que tiene pleno dominio. Sin embargo, no suelen estar familiarizados con otros equipos y materiales que coexisten en el lugar de trabajo y que pueden suponer un riesgo para su Seguridad y Salud. Por otra parte, es frecuente que en las obras de construcción los trabajadores realicen tareas que no son propias de su oficio, poniendo en peligro su propia seguridad y la de sus compañeros.
- Los profesionales de la Construcción trabajan expuestos a factores que ponen en peligro su Seguridad y Salud como son las vibraciones, los ruidos, el polvo, las manipulaciones de cargas, la exposición directa a las condiciones ambientales, los agentes químicos, biológicos, etc. La mayoría de los accidentes en obras de construcción se producen como consecuencia de la rutina (Baxendale & Jones, 2000), ya que el trabajador finalmente se acostumbra a convivir con las situaciones de riesgo a las que se enfrenta diariamente.
- En cualquier obra de construcción coexisten diversidad de tareas en las que participan múltiples empresas especializadas con gran variedad de oficios (albañiles, carpinteros, fontaneros, electricistas, pintores, etc.). Por tanto, los trabajadores no sólo están expuestos a los riesgos derivados de la actividad que desarrollan, sino que también lo están a los riesgos de todo el conjunto de tareas que coexisten en la obra (Ale *et al.*, 2008).

- Los oficios que tienen lugar en la Construcción exigen la realización de grandes esfuerzos físicos de los trabajadores. Según los datos *Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas* –en adelante ENGE- realizada en 2009, 8 de cada 10 trabajadores encuestados manifiestan «sentir alguna molestia que achaque a posturas y esfuerzos derivados del trabajo que realiza».
- La incorrecta selección, uso e inspección de los equipos, son factores importantes que inciden tanto en la eficiencia de la productividad como en el correcto cumplimiento de la prevención de riesgos en el trabajo.
- Tal y como señaló Andriessen (1978), «si los empresarios tienen buenas actitudes referentes a la Seguridad, tendrán más influencia a la hora de que sus trabajadores también las tengan». Por tanto, resulta vital la implicación de los gestores de las empresas en la Seguridad y Salud de los trabajadores en las obras que gestionan.
- Resulta también importante el papel de los promotores del sector de la Construcción en cuanto a que deben cerciorarse de que tanto los contratistas como las subcontratas que elegirán para la realización de las obras disponen de los recursos adecuados para cumplir con la normativa referente a Seguridad y Salud en el trabajo, (Baxendale, 2000).
- Los profesionales de la Construcción trabajan frecuentemente con un contrato laboral precario (Guadalupe, 2003), lo cual hace que los trabajadores mantengan elevados estados de tensión por miedo a perder su empleo o por no obtener su salario. Además, en este sector es habitual realizar horas extras de trabajo, hecho que igualmente favorece la aparición de tensión entre los trabajadores. Ahondando en la relación contractual, Guadalupe (*opus cit.*) relaciona los costes de los accidentes con el *tipo de contrato*. Esta autora evalúa si existe, o no, una diferencia sistemática entre las tasas de accidentes de los trabajadores contratados fijos y los contratados temporalmente. La corta duración del contrato temporal reduce los incentivos para invertir en capital humano específico y el esfuerzo es mayor para aumentar la probabilidad de volver a contratar. Los trabajadores con contratos temporales sufren niveles de inseguridad más alto, tanto en términos de salarios (más bajos) como en un mayor riesgo de accidentes. Los resultados del análisis realizado por Guadalupe, confirman que hay un efecto puramente contractual que aumenta la probabilidad de accidentes en 5 puntos porcentuales en los contratados temporales. Se propone una implicación política en estos resultados, limitando el uso de la contratación temporal para los casos en que sea realmente necesario, o la creación de las condiciones para que se transformen en contratos indefinidos. En la Tabla 2.2, se muestra como el porcentaje de contratación temporal en el sector de la Construcción supera la media de las empresas de la economía española.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Porcentaje de temporales sobre asalariados								
Total economía	32.2	32.2	31.8	31.8	32.5	33.3	34%	31.7
Construcción	59.5	58.3	57.3	57.5	58.1	55.8	56.6	54.7
Porcentaje de temporales sobre ocupado								
Total economía	25.2	25.5	25.5	25.6	26.1	26.8	27.9	26.1
Construcción	47.3	46.7	46	46.8	46.9	44.5	45.2	43.9

Tabla 2.2. La temporalidad en la Construcción 2000 - 2007 en España.

Fuente: Encuesta de Población Activa, INE 2009.

- Por último, estudios recientes han determinado que el tipo de obra también influye en el número de accidentes que pueden producirse. De esta forma, se determina que tanto las obras de rehabilitación como las de reforma llevan asociadas un mayor número de accidentes que la obra nueva. Ver (Törner & Pousette, 2009) y el *Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo del Instituto Nacional e Higiene en el Trabajo español* (INSHT, 2010). Así mismo, la construcción tradicional, en la cual se fabrican los elementos *in situ*, conlleva implícitamente más riesgos que los nuevos modelos de producción en los que prevalecen los métodos con elementos prefabricados (Manuele., 2008).

2.2. Estructura del sector de la Construcción.

Después de haber analizado las características del sector de la Construcción, que lo hacen singular frente al resto de sectores de producción, para seguir profundizando en el conocimiento de la siniestralidad laboral creemos conveniente estudiar la estructura laboral y empresarial del sector.

2.2.1. Estructura laboral.

La Construcción se identifica como uno de las actividades económicas con mayor siniestralidad, penalidad y peligrosidad. Su población trabajadora es predominantemente masculina -el 93% de quienes trabajan en obras de construcción son hombres-, y el grado de satisfacción del personal ocupado es similar al de los trabajadores de otros sectores de actividades productivas, aunque en algunos casos muestran deseos de mejoras en lo relativo a su estabilidad laboral (INSHT, 2010).

El *nivel de ocupación* del sector ha descendido en los últimos años. Si tomamos la referencia de los diez últimos años antes de la realización de esta investigación -es decir, el periodo que va desde 1997 a 2007- hasta la actualidad, podemos diferenciar tres etapas:

- En el periodo que va desde 1997 a 2004, la evolución de la media anual de personal ocupado en el sector de la Construcción estaba en alza. Así lo demuestran los datos obtenidos de la Encuesta de Población Activa -en lo sucesivo, EPA- realizada por el INE en 2012, que se representan en el Gráfico 2.1.
- Entre 2005 y 2008, se produjo un cambio importante en el volumen de ocupados en el sector, ya que se cambió la tendencia al alza. Ver Gráfico 2.1. Haciendo un

balance del personal ocupado en este periodo, cuyo promedio en las series de la EPA es de 2.500.430 de personas ocupadas, se obtiene que un 12.6% de personal ocupado correspondían al sector de la Construcción.

- Por último, a partir de 2008, como se pone de manifiesto en el Gráfico 2.1, la evolución de la población ocupada en el sector de la Construcción muestra una disminución de su volumen. Concretamente, el porcentaje medio de personas ocupadas en el sector de la Construcción ha descendido hasta el 9.36% en el periodo comprendido entre el año 2008 y el 2º trimestre de 2012.

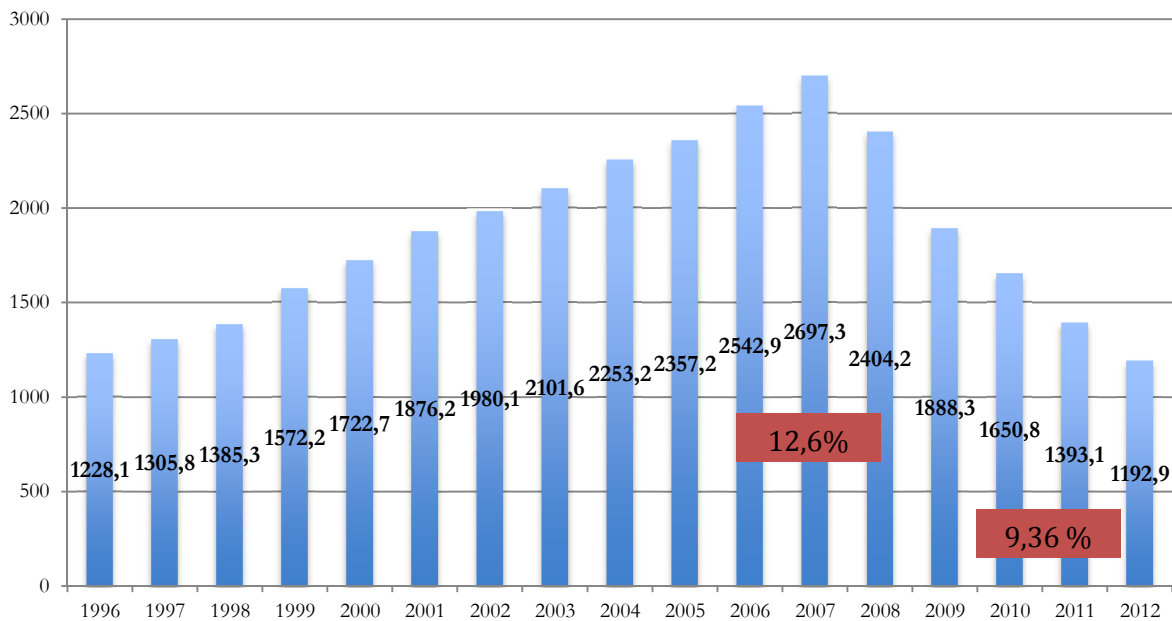


Gráfico 2.1. Evolución de la media anual de los trabajadores ocupados en el sector de la Construcción en España, en miles de personas, desde 1995 hasta 2012.

Fuente: EPA, INE (2012)

Según la *Encuesta de Población Activa* –en adelante, EPA- mientras que, en los años 2007 y 2008, periodo en el que se desarrolló el estudio, el 23.77% de los ocupados en el sector de la Construcción eran contratados *no asalariados*, el 76.23% eran personal asalariado. En la actualidad (hasta el segundo semestre del 2012) han aumentado los no asalariados hasta el 28.96%, en detrimento del personal asalariado que desciende al 71.03%. Entendemos, pues, que al existir más trabajadores no asalariados entre la población activa, ha empeorado ligeramente la calidad de los contratos en el sector.

Sin embargo, entre los contratados asalariados, la evolución ha sido la contraria. Es decir, ha aumentado el número de contratos indefinidos de 54.32% en el año 2008, al 62.78% en la actualidad y disminuido la contratación temporal, pasando del 45.67% en el año 2008 al 37.22% en el 2012. Por lo que el descenso del volumen de ocupación en el sector ha supuesto una mejora de la situación de los trabajadores asalariados (INE, 2012).

2.2.2. Estructura empresarial.

Como se muestra en la Tabla 2.3, la estructura empresarial del sector de la Construcción se caracteriza por su heterogeneidad en cuanto a su tamaño y por su estabilidad a lo largo de los años.

Basándonos en los datos del 2009, que son los últimos que ofrece el INE sobre la estructura empresarial española, el 42.29% de las empresas del sector tiene entre 1 y 9 trabajadores asalariados y un 9% del total de las empresas cuentan con más de 250 trabajadores, siendo el 49% restante empresas de distintos tamaños.

ESTRUCTURA DE LAS EMPRESAS	2009		2008		2007	
Total de empresas	377029		456358		419570	
De 1 a 9 trabajadores	159466	42.29%	221966	48.65%	177334	42.27%
De 10 a 19	16061	8.45%	27616	15.02%	21818	5.20%
De 20 a 49	7897	4.23%	17368	6.37%	10591	5.14%
De 50 a 99	1936	1.21%	3766	1.69%	2545	1.19%
De 100 a 249	816	5.08%	1444	5.22%	1243	0.70%
De 250 a 499	143	1.81%	255	1.48%	207	0.95%
De 500 a 999	61	3.15%	92	2.44%	78	0.74%
De 1000 y más	35	4.28%	37	2.56%	42	1.65%

Tabla 2.3. Distribución porcentual de las empresas del sector de la Construcción en España desde 2007 a 2009 (I).

Fuente: EPA, INE (2012).

En la Tabla 2.4 se muestra la evolución que han mantenido en los último años, el grupo minoritario, formado por las empresas de más de 250 trabajadores, el cual ha experimentado un crecimiento del 5.7% ya que en el año 2007 suponían un 3.3% (0.95% más 0.74% más 1.65%) y en 2009 un 9% del total de empresas (1.81% más 3.15% más 4.28%). Sin embargo, se ha mantenido estable el porcentaje de empresas de menos de 10 trabajadores (ver Tabla 2.3).

ESTRUCTURA DE LAS EMPRESAS	2009		2008		2007	
Total de empresas	377029		456358		419570	
De 250 o más	239	9%	364	6.5%	327	3.3%

Tabla 2.4. Distribución porcentual de las empresas del sector de la Construcción en España con más de 250 trabajadores desde 2007 a 2009 (II).

Fuente: EPA, INE (2012).

En la representación gráfica de los datos, Gráfico 2.2, se constata la hegemonía en el sector de las empresas de menos de 10 trabajadores.

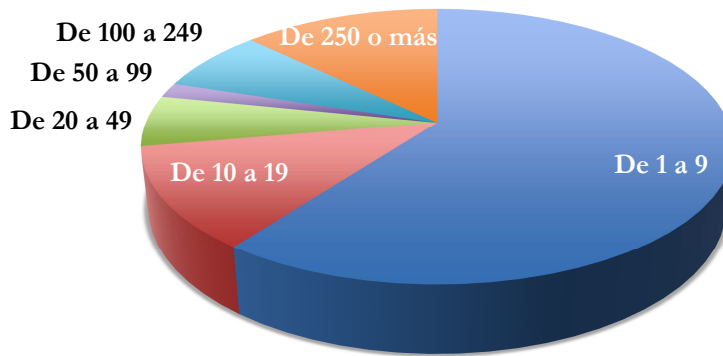


Gráfico 2.2. Porcentaje de empresas según número de trabajadores afiliados sobre el total de empresas españolas en el año 2009.
Fuente: Elaboración propia.

Estos datos explican algunas de las características antes citadas del sector. Así, de acuerdo con Carvajal (2008), las empresas grandes cuentan con equipos, medios más cualificados y estructuras organizativas más profesionalizadas, de ahí que participen en mayor medida en los proyectos de edificación y obra civil de grandes dimensiones y, en consecuencia, tanto el personal que tienen adscrito como sus centros de trabajo presentan mayor dispersión.

En cambio, las empresas pequeñas poseen un ámbito de actuación geográfico que, normalmente, se ve reducido a su provincia, o región. Esto implica una mayor movilidad de trabajadores y su menor estabilidad.

En resumen, tras este breve análisis económico y laboral del sector de la Construcción, podemos decir que se trata de un sector de actividad caracterizado por la heterogeneidad de su producción en todo lo que se refiere a las obras de construcción, las características intrínsecas de cada una de ellas, a la diversidad de los trabajadores y empresas a las que implica, a los procedimientos constructivos que utiliza -por lo general, difíciles de mecanizar por tratarse frecuentemente de trabajos “bajo pedido”- y a su influencia sobre el resto de sectores de actividad.

2.2.3. El sector de la Construcción en la Economía europea y española.

¿Cuáles son los datos del sector de la Construcción en Europa? Resulta conveniente revisar, aunque sea brevemente, los datos económicos del sector de la Construcción en Europa para detenernos después en los datos en España y poder hacer un análisis comparativo entre ambos. Son numerosas las publicaciones que ponen de manifiesto que el peso de la Construcción en la economía nacional es importante y que está reforzado por dos características estructurales del sector (Carvajal, 2008):

- El efecto “arrastre” sobre el resto de las actividades económicas es debido a las compras que el sector realiza a sus proveedores lo cual supone un estímulo de la producción nacional.

- Los efectos de “estrangulamiento” que se producen a través de las ofertas en forma de ventas a terceros que utilizan su producción como intermediarios.

2.2.3.1. El sector de la Construcción en Europa.

Según ponen de manifiesto la Asociación Nacional de Constructores Independientes en su estudio sobre *La crisis económica y la obra civil* (2009) durante la última década, el sector de la Construcción europeo ha padecido algunos episodios de estancamiento en sus niveles de producción. Es preciso retroceder hasta 1993 para encontrar un descenso comparable al actual. Existe unanimidad en considerar que el sector va a ser incapaz de volver a recuperar el crecimiento antes de que se corrobore por completo el nuevo retorno a la normalidad en la Economía. Es por eso que, incluso admitiendo que las economías de la zona Euroconstruct² puedan ser capaces de salir de manera incipiente de su atonía actual, la Construcción va a tener que atravesar algún año más de estancamiento antes de retornar a la senda de crecimiento.

El grueso del impacto de la crisis se concentra sobre la edificación residencial de nueva planta. Así se reflejó al cierre de 2008, con un 13% de caída, que se prolongó durante 2009. Los descensos en la producción del sector responden, en todos los casos, a los mismos síntomas: severa restricción a la financiación, promotoras muy conservadoras ante un stock cada vez más apalancado y compradores a la espera de mayores recortes en los precios de la vivienda y en los tipos de interés. En consecuencia, las previsiones son pesimistas en el corto y medio plazo, aun contabilizando el efecto equilibrador de la rehabilitación.

La edificación no residencial ha sido capaz de esquivar la primera oleada de la crisis. 2008 se cerró con un crecimiento del 1.6%, aunque después no siguió haciéndolo ya que durante 2009 se produjeron descensos del 5.4% y del 1.5% para el 2010. Además, las estimaciones prevén que el nuevo escenario repercutirá de manera especial sobre los mercados de la Construcción industrial y las oficinas. Esta situación es especialmente preocupante por cuanto dichos mercados suponen un 36% del total de la producción no residencial de la zona Euroconstruct. Por otra parte, se prevé incentivar los mercados con mayor participación de la inversión pública, tales como la Construcción de equipamientos de Salud y Educación, siendo la inversión por parte de los gobiernos una realidad común en todos los países con la finalidad de contrarrestar, en la medida de lo posible, el fuerte descenso producido en la Construcción residencial.

Como consecuencia de la crisis de la Economía se ha producido un gran descenso en las inversiones necesarias para ejecutar obras de ingeniería civil. El crecimiento que hasta entonces tuvo se interrumpió durante el 2009, año en el que sólo creció un 0.4%. Las expectativas que actualmente hay se fundan en que a corto plazo quepa la posibilidad de volver a un clima de crecimiento significativo, superior al 3.5%, muy desigual para cada país. Entre los países occidentales, se prevé que a corto plazo las obras de ingeniería civil disfruten de un buen período en el Reino Unido así como en los países escandinavos, exceptuando Finlandia. Por el contrario, se prevé que Polonia mantenga las tasas de crecimiento de la obra pública a ritmos de dos dígitos.

² EUROCONSTRUCT: Organización para la Construcción, las Finanzas y los Negocios, compuesta con presencia en 19 países europeos entre los que se encuentra España.

A partir de los datos suministrados por Eurostat (2012) es posible calcular el índice de producción en construcción (que es una aproximación de la evolución del volumen de producción en la Construcción incluyendo la obra civil y la edificación) entre los estados miembros de la *zona euro*³. Este índice permite la comparación anual entre países de la *producción en Construcción*. En la EU17, las caídas mayores han correspondido, con respecto a los datos del año anterior, a España (-25.8%), Eslovenia (-23.7%) y Portugal (-16.4%), mientras que los incrementos mayores se han dado en dos estados de la EU27, Rumania (21.1%) y Polonia (6.5%), y en otro de la EU17, Alemania (2.2%).

La construcción de edificios se ha reducido un 8.6% en la EU17 y un 6.6% en la EU27⁴, mientras que las obra de ingeniería civil han decrecido un 9.3% en la EU17 y un 10.9% en la EU27.

2.2.3.2. El sector de la Construcción en España.

Una vez analizado, brevemente, el sector de la Construcción en Europa, pasamos a hacerlo en España. Para ello, estudiaremos los siguientes parámetros: la influencia del sector de la Construcción en el mercado productivo y en los ciclos económicos, las diferencias entre la obra civil y la edificación, la tipología de empresas que configuran el sector y la influencia del sector de la Construcción en los datos de empleo en España. Llegados a este punto, es importante destacar que la toma de datos -en nuestro caso, las visitas a obras para la realización de cuestionarios y entrevistas-, se realizó entre los años 2007 y 2008. Esta es la razón por la cual los datos que se aportan para este análisis son relativos a este periodo.

Buena parte del crecimiento económico de España durante los años anteriores al desarrollo de la evolución se atribuyó a la aportación del sector de la Construcción. La importancia de este sector en la Economía no se limita sólo a sus efectos directos, como la aportación al *crecimiento de la producción y/o a la generación de empleo*, sino que además incentiva la actividad y el empleo de muchos sectores productivos erigidos como proveedores del sector de la Construcción. También, cabe destacar que la práctica totalidad de las compras que demanda el sector se producen en el interior del territorio español, por lo que su incidencia en el desequilibrio de la balanza comercial es mínima. Podemos afirmar, pues, que el sector de la Construcción ejerce una notable influencia sobre los ciclos económicos y desempeña un papel clave en los procesos de crecimiento y desarrollo.

En el caso de España, ese notorio papel ha sido especialmente destacado en la última etapa expansiva, que se iniciara a mediados de la década de los 90, durante la cual la Construcción ha actuado como el principal protagonista y *motor del crecimiento económico*, tanto de forma directa como indirecta. Esto ha obedecido a diversos factores, entre los que se pueden mencionar la caída de los tipos de interés hasta mínimos históricos tras la incorporación a la Unión Económica y Monetaria, la aportación masiva de mano de obra procedente de la inmigración y la financiación procedente de los fondos estructurales europeos.

3 La zona euro (EU17) incluye a Bélgica, Alemania, Estonia, Irlanda, Grecia, España, Francia, Italia, Chipre, Luxemburgo, Malta, Holanda, Austria, Portugal, Eslovenia, Eslovaquia Y Finlandia.

4La zona EU27 incluye a Bélgica, Bulgaria, Republica Checa, Dinamarca, Alemania, Estonia, Irlanda, Grecia, España, Francia, Italia, Chipre, Lituania, Letonia, Luxemburgo, Hungría, Malta, Holanda, Austria, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovenia, Eslovaquia, Finlandia, Suecia y Gran Bretaña.

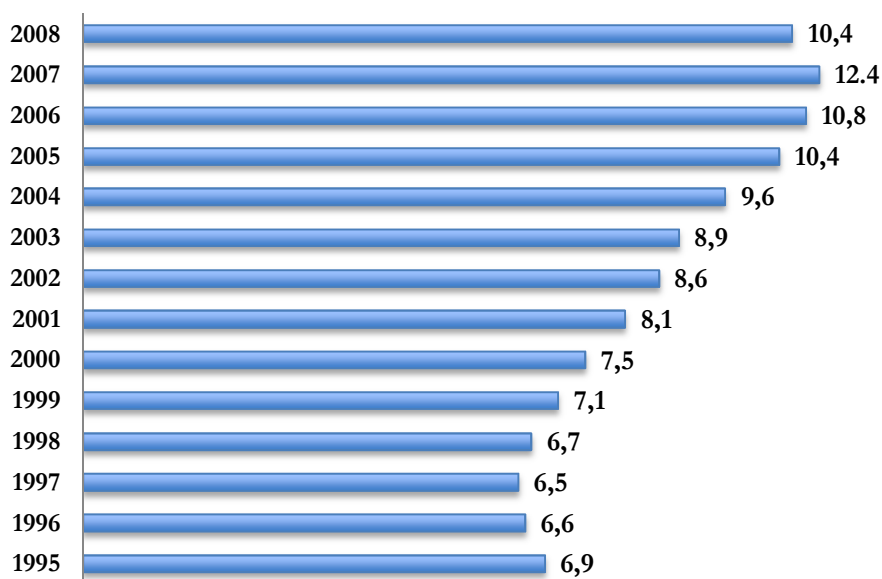


Gráfico 2.3. El sector de la Construcción. Porcentaje de Participación de la Construcción en el PIB
Fuente: INE, 2008

Entre 1996 y 2007, el *Valor Añadido Bruto* - en adelante VAB- del sector creció a una tasa media anual del 5.1%, frente a un 3.6% de crecimiento registrado por el VAB total, lo que ha elevado la participación de la Construcción en el *Producto Interior Bruto* - en adelante PIB- desde un 6.9% en 1995 hasta un 12.4% en 2007, como se observa en el Gráfico 2.3, descendiendo en la actualidad hasta el 10.9% actual (INE, 2012). Sin embargo, el VAB de 2008 (10.4%) empieza a reflejar la desaceleración producida en el sector.

La participación de la Construcción en el PIB, alcanzó en el 2007, más de la mitad del resto de las industrias que operan en España, constituyendo éstas en torno al 27% del (Truyols *et al.*, 2010). Con respecto a Europa, España es el segundo país en el que el sector de la Construcción representaba para este periodo un mayor porcentaje del PIB, por debajo de Irlanda (19.2%), aportando un valor levemente superior al de la República Checa (17.5%).

En el mismo período, el *empleo* en la Construcción, medido en términos de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo, creció a un ritmo medio anual del 6.7%, mientras que el empleo total lo hizo a un ritmo del 3.2%. De este modo, el empleo en la Construcción pasó de representar un 9.4% del total en 1995 a casi un 14% en 2007. El número de trabajadores equivalentes a tiempo completo empleados en el sector en 2007 ascendía a 2.6 millones, más del doble de los 1.2 millones ocupados en 1995. Sin embargo, durante 2008 se redujo el número de empleados en 562000 puestos de trabajo, empezando una tendencia que sigue a partir del 2009. La destrucción de empleo padecida en España ha sido generalizada, sin embargo ha afectado especialmente al sector de la Construcción. Según un informe del Servicio de Empleo Público Estatal (SEPE, 2012), en estos momento quedan menos de la mitad de los ocupados que había a principios de 2008.

DATOS	2008	2007	2006	2005	2004	2003
Producción Interna Total (mill. €)	149.49	199.22	185.96	165.15	144.66	129.31
Edificación Residencial		35.5%	35.4%	34.0%	33.0%	33.0%
Edificación no Residencial		16.0%	16.2%	17.0%	18.0%	18.0%
Rehabilitación y mantenimiento		23.6%	24.0%	25.0%	25.0%	25.0%
Obra Civil		24.8%	24.5%	24.0%	24.0%	24.0%
Consumo aparente de cemento (miles Tm)	42659	56081	55896	50425	47610	46000
Empleo (miles de personas)	2135	2697	2443	2357	2253	2102
Viviendas iniciadas (número)	360044	616000	865561	714800	630000	622000
Exportación: Facturación exterior (mill. €)		8122	5046	4060	3266	3235
Exportación: Contratación Internacional (mill. €)		11093	7055	5060	3700	2900

*Datos de enero-julio durante el periodo comprendido entre 2003 y 2008.

Tabla 2.5. El sector de la Construcción en España 2003-2008.
Fuente: INE, 2008.

En la Tabla 2.5 se muestra, la evolución de los principales datos económicos del sector de la Construcción en los cinco años anteriores al momento de la investigación. Se puede comprobar como en el año 2008 se invierte la evolución que mantenían, tanto la producción interna total en millones de euros, como el *consumo aparente de cemento* –en adelante CAC-, o el empleo y el número de viviendas iniciadas.

Hasta 1996, *la obra civil* fue el subsector que presentó un mayor crecimiento en términos reales. Sin embargo, entre 1996 y 2007, destaca la *edificación residencial*, cuya producción oscilaba entre el 33% y el 35% del total del sector de la Construcción, alcanzando su máximo histórico en 2006 con 865.561 viviendas iniciadas. La edificación creció entre 1996 y 2007 a una tasa nominal media del 10.5% frente al 8.7% de crecimiento medio del subsector de la obra civil.

La *producción interna* del sector de la Construcción creció un 54% durante los cuatro años comprendidos entre 2003 y 2007. Pasó de los 129 millones de euros en 2003 a 199 millones en 2007.

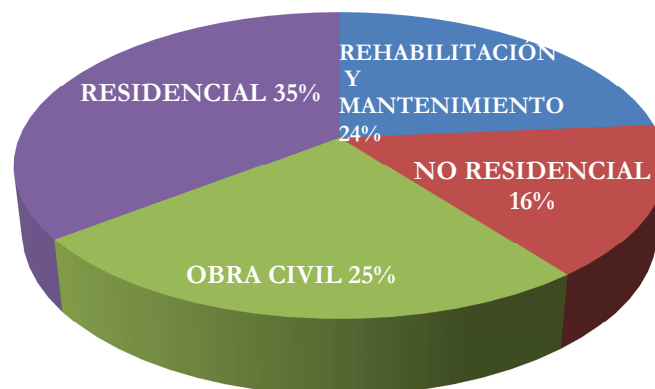


Gráfico 2.4. Composición de la producción del sector de la Construcción en España en 2007.
Fuente: INE, 2008.

El CAC, dato que es publicado por el Banco de España, es un indicador referente en el sector de la Construcción así como para toda la actividad económica. El CAC creció un 21.9%, entre

2003 y 2007, alcanzando en 2007 las 56,081 millones de toneladas. Sin embargo, el consumo cayó un 23.8% durante 2008, la mayor caída de los últimos diez años, para continuar espectacularmente cayendo durante 2009, respecto al mismo mes de 2008, con un 46.05%. Además, la situación que vivía la industria cementera española se agrava con las importaciones de cemento y clínker procedentes de países que no tienen las mismas exigencias que España en el Protocolo de Kioto, con menos requisitos medioambientales y sociales, lo que supone una desventaja competitiva para los cementeros nacionales.

La edificación representaba en 2007 el 75.2% del valor nominal total de la producción del sector de la Construcción, frente a un 24.8% que suponía el de la obra civil. Tales porcentajes se han mantenido muy estables a lo largo de todo el ciclo expansivo iniciado en 1998 ya que, aunque la obra civil ha crecido más en términos reales –deduciendo el efecto de la inflación–, los precios de la edificación han ascendido con mayor intensidad. Dentro del subsector de la edificación, el residencial es el que aporta un mayor porcentaje de producción al total, superior incluso al de la obra civil, con un 35%, seguido de rehabilitación y mantenimiento y de edificación no residencial.

La industria de la Construcción, junto al comercio al por menor, son los sectores en los que se concentra el mayor número de empresas en la economía española. A principios de 2008, el número de empresas que operaban en el sector de la Construcción era de 501056, de las cuales, el 91% eran trabajadores autónomos y microempresas de menos de 10 trabajadores. Excluyendo estos dos grupos, el número de empresas de más de 10 trabajadores en el sector ascendía a 44866, cifra que representaba el 9% del total de empresas del sector. Asimismo, el porcentaje que representan las empresas constructoras sobre el total de empresas ha crecido sensiblemente desde principios de la década, hecho que refleja el aumento de peso experimentado por el sector dentro de la estructura económica del país a lo largo de los últimos años.

En la Tabla 2.7, se muestra la composición del tejido empresarial español en el periodo comprendido entre 2007 y 2008, podemos observar cómo el conjunto formado por autónomos, microempresas y pequeñas empresas es del 96% del total del sector de la Construcción; las empresas medianas suponen un 3.7% y sólo el 0.14% de las empresas del sector son grandes empresas.

TIPO DE EMPRESA	TOTALES	%
Autónomos	233477	46.60
Microempresas	222711	44.40
Pequeñas	25545	5.09
Mediana	18625	3.72
Grandes	698	0.14
Total Construcción	501056	100

Tabla 2.6. Porcentaje de las distintas tipologías de empresas constructoras españolas.
Fuente: DIRCE, INE 2008.

El número de empresas activas ha disminuido un 1.3% durante el año 2010 y se ha situado en 3250576, según la última actualización del Directorio Central de Empresas (DIRCE) a 1 de

enero de 2011. Se trata del tercer año consecutivo en el que el número de empresas activas se reduce.

Si se analiza el tamaño de las empresas según el tipo de actividad en el que están especializadas, vemos que la mayoría, el 54.4%, se dedica a la Construcción en general. El conjunto de empresas del sector ha aumentado un 67% en el mismo período de tiempo 2007-2008 (en el que se desarrolla la investigación).

TIPO DE EMPRESA	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL
NÚMERO DE EMPLEADOS	10-19	20-199	>200	VALOR
Preparación de obras	50.1%	48.8%	1.0%	1257
Construcción general	55.0%	43.1%	1.9%	29788
Instalaciones de edificios y obras	60.5%	35.5%	10%	8687
Acabado de edificios y obras	65.1%	34.3%	0.6%	4958
Alquiler de equipos para la Construcción	36.0%	62.4%	1.7%	178
Total Construcción	56.9%	41.5%	1.6%	44868
Total Economía	87.8%	11.8%	0.4%	1667865

Tabla 2.7. Estructura empresarial del sector de la Construcción en España.
Fuente: DIRCE, INE 2008

A 1 de enero de 2008, la tendencia en la producción hace que el número de *empresas netas creadas* en el sector de la Construcción respecto a un año antes -es decir, el número de altas menos el número de bajas- fuese de 12648, lo cual supone un crecimiento del 2.5% y un decrecimiento del 67.3% de las que fueron creadas en 2007 respecto a 2006, año en que se crearon 38580. No obstante, hay que tener en cuenta que el número de empresas existentes en España se contabiliza tomando como referencia la fecha del 1 de enero, con lo que el número de empresas existentes en 2008 realmente corresponde al de las creadas durante todo el año 2007, año en que empezó a evidenciarse la desaceleración productiva del sector. Ver el Gráfico 2.5.

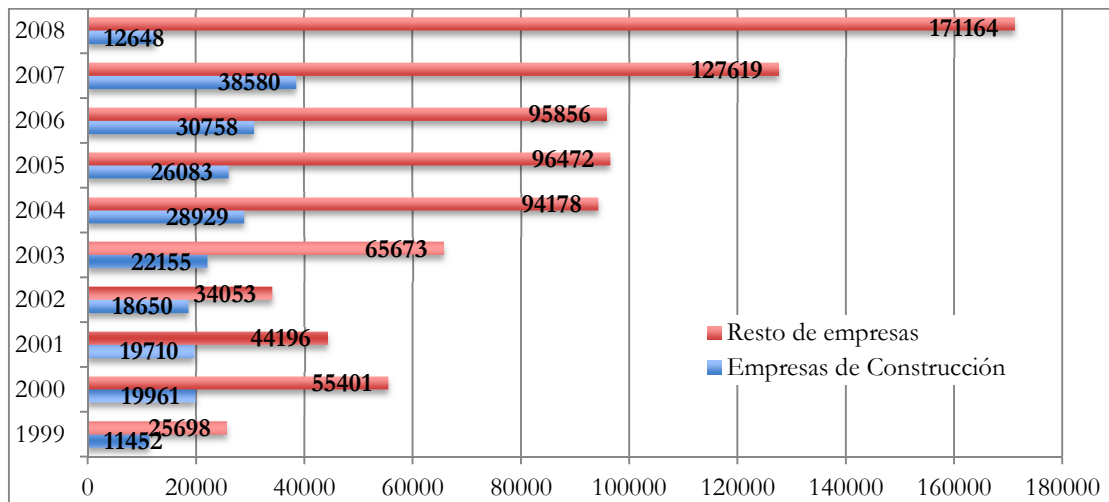


Gráfico 2.5. Creación neta de empresas en el periodo 1999-2008 en España.
Fuente: INE, 2008

En el sector de la Construcción es habitual que las empresas de menor tamaño participen en el mercado a través de *subcontratas*, o contratación externa, proceso a través del cual una empresa determinada mueve o destina los recursos orientados a cumplir ciertas tareas a una empresa externa por medio de un contrato, conservando la primera las obligaciones de coordinación y responsabilidad de la actividad. Esta forma de organización, habitual en el sector, se confirma en el papel de dirección y coordinación de la actividad que realizan las grandes empresas, subcontratando a pequeñas y medianas empresas durante las distintas fases de ese proceso, dándoles la opción a la participación en ciertos segmentos de mercado en los que no podrían intervenir de otro modo. Gracias a la subcontratación, las pequeñas empresas pueden aportar su especialización y, adicionalmente, una mayor flexibilidad al proyecto de construcción, lo que revierte a su vez en una mayor eficiencia.

AÑO	OCUPADOS (1)		AFILIADOS SG. S.(2)		PUESTO DE TRABAJO EQUIV. A TIEMPO COMPLETO (3)	
	MILES	CTO. (%)	MILES	CTO. (%)	MILES	CTO. (%)
1995	1193.8	6.9	1083.3	3.9	1230.3	5.7
1996	1228.1	2.9	1087.9	0.4	1195.7	-2.8
1997	1305.8	6.3	1145.6	5.3	1301.2	8.8
1998	1358.3	6.1	1280.0	11.7	1400.1	7.6
1999	1572.2	13.5	1466.8	14.6	1570.2	12.1
2000	1722.7	9.6	1612.4	9.9	1749.1	11.4
2001	1876.2	8.9	1725.1	7.0	1914.4	9.5
2002	1980.2	5.5	1822.6	5.7	2005.9	4.8
2003	2101.7	6.1	1907.2	4.6	2112.6	5.3
2004	2253.2	7.2	2013.6	5.6	2233.2	5.7
2005	2357.2	4.6	2187.0	8.6	2390.0	7.0
2006	2542.9	7.9	2376.2	8.7	2519.6	5.4
2007	2697.4	6.1	2454.1	3.3	2662.8	5.7
2008	2135.0	-20.9	1924.9	-21.6	2103.0	-21.1

Tabla 2 8. Empleo en el sector de la Construcción en España.

Fuente: (1) Encuesta de Población Activa, INE, 2008; (2) Ministerio de Trabajo, 2008; (3) Contabilidad Nacional Trimestral, INE⁵, 2008.

Decíamos al comienzo de este subepígrafe que el empleo en el sector de la Construcción es uno de los elementos que lo caracteriza y da importancia. Durante 2007, según la Encuesta de Población Activa, el número de trabajadores en obras de construcción creció un 6.1% mientras que en términos de Contabilidad Nacional (Puestos de Trabajo Equivalentes a Tiempo Completo) el aumento fue del 5.7%. Como ha venido siendo habitual a lo largo de la fase expansiva de la última década, el crecimiento de empleo en la Construcción fue más elevado que el registrado en el resto de sectores económicos. Sin embargo, al tratarse de una media anual, los datos esconden la trayectoria de desaceleración acusada que experimentó durante 2007, la cual se vio especialmente agravada durante el pasado 2008. Así, el número de

⁵ En el caso de los Afiliados a la Seguridad Social faltan por computar afiliados pertenecientes al Régimen de Autónomos, ya que no consta en los ficheros de la Seguridad Social el sector de actividad al que pertenecen.

ocupados pasó de registrar una tasa interanual de crecimiento superior al 9% en el primer trimestre del año, a ascender tan sólo un 2.7% en el cuarto ejercicio. En el último tramo del año se produjo, además, un descenso del 0.9% en la ocupación, el primer retroceso desde el año 2002. De igual modo, el número de afiliados pasó de registrar tasas de crecimiento, entorno al 6% en los meses iniciales del ejercicio, a presentar caídas en noviembre y diciembre que, en el caso de este indicador económico, son las primeras desde 1996. Tal progresión supone una desaceleración del ritmo de creación de empleo mayor que la observada en el conjunto de la Economía (ver Tabla 2.8).

Sin embargo, el descenso en el empleo en el sector de la Construcción se evidenció de manera latente durante 2008. El descenso del 21% interanual respecto a 2007 se traduce, en números absolutos, en cifras superiores a los 500000 empleos destruidos en el sector en el plazo de un año. El reajuste del sector que implicó el estallido de la burbuja inmobiliaria pasa inevitablemente por la destrucción de empleo. Se estima que por cada millón de euros producidos en la Construcción se generan diez puestos de trabajo de manera directa y catorce de forma indirecta, lo cual supone que el empleo generado por el sector representa el 58% del total, por lo que si se ve reducida su actividad productiva se produce un efecto multiplicador negativo en desarrollo del conjunto de la economía española.

La cifra de parados aumentó en 1280300 personas en 2008, un 66.4% en relación al año anterior. En consecuencia, el número total de desempleados se situó en 3207900 y la tasa de paro aumentó 5.3 puntos porcentuales respecto al cierre de 2007 hasta alcanzar el 13.91%, siendo éste su nivel más alto desde principios del año 2000 según datos que figuran en la EPA. La destrucción de empleo en 2008 afectó en mayor medida a la Construcción, donde se perdieron 558500 empleos (-20.73%).

En marzo de 2009, el número de parados en el sector de la Construcción alcanzó la cifra de 723347 personas, lo que significa la destrucción de 16613 empleos en el plazo de un mes, un 2.35% más que en el mes de febrero de 2009. Por comunidades autónomas, Andalucía, Comunidad Valencia, Cataluña y la Comunidad de Madrid son las más afectadas por el paro en el sector de la Construcción. Se trata de comunidades en las cuales el boom inmobiliario fue muy pronunciado durante los últimos años. España, con una media de 800000 viviendas construidas al año -más que en Francia, Alemania y Reino Unido juntas-, se posicionaba como el tercer mercado mundial del cemento, tras China y Estados Unidos. Como consecuencia, la demanda de mano de obra del sector fue muy elevada durante los años de expansión, demanda que se tradujo en un incremento notable del colectivo inmigrante en España.

Las cifras anteriores se refieren a trabajadores llamados *fijos*, o estables, en las empresas constructoras. Para que el análisis sobre el empleo en el sector esté completo, deben tenerse en cuenta los trabajadores temporales que hay en las obras de construcción ya que, como dijimos en el epígrafe 2.1 de este mismo capítulo, la actividad de la Construcción presenta unas peculiaridades con respecto al resto de los sectores que explican algunas de las características diferenciales del empleo de la misma. Una de ellas se refiere a la tasa de *temporalidad* que, fundamentalmente, responde a la propia naturaleza de este tipo de trabajo y propicia que la modalidad de contrato predominante sea el de “obra y servicio”. Este tipo de contratación es considerada jurídicamente como temporal, aunque en términos de actividad laboral tenga en la práctica una relativa estabilidad. De este modo, el porcentaje de asalariados con contrato temporal en la Construcción ascendía al 54.7% en 2007, en contraste con la tasa media del

31.7% para el conjunto de la economía española. En cualquier caso, se sigue una tendencia a la baja en la temporalidad del sector, hecho que también se produce en el resto de sectores económicos, manteniéndose en unos niveles que se pueden considerar de mínimos históricos si se tiene en cuenta que el porcentaje de trabajadores temporales en esta actividad superaba el 60% a mediados de la década de los 90.

Esta tendencia se mantiene durante 2011, en el que la *población ocupada* en España desciende en 600000 efectivos, de los que 404000 son hombres y 196000 mujeres. Se pierde empleo en todas las franjas de edad excepto en la de los mayores de 50 años, donde se produce un incremento de 85000 personas ocupadas, casi todas mujeres.

La pérdida de empleo se muestra en todos los sectores productivos, excepto en el de la Agricultura. De los 600000 empleos perdidos, 115000 corresponden a empleadores o autónomos y 485000 a asalariados. De éstos, 389000 tenían un contrato indefinido y 96000 contrato temporal. Hay que destacar que ha sido en el sector de la Construcción en donde se recogen casi la mitad de los puestos de trabajo destruidos: 295000.

2.3. La siniestralidad laboral en el sector de la Construcción.

En este apartado pasamos a analizar la siniestralidad laboral en el sector de la Construcción. Analizaremos en primer lugar los datos en Europa para descender a los datos en España. Para ello, definiremos los principales factores implicados, así como su repercusión, en la siniestralidad laboral en el sector.

2.3.1. La siniestralidad laboral.

¿Qué se entiende por *siniestro laboral*? Parece razonable definir cuándo va a ser considerado como siniestro un hecho acaecido en un entorno laboral para, después, poder determinar sus causas.

La Real Academia Española de la Lengua (RAE) define *siniestro*, como el daño de cualquier importancia que puede ser indemnizado por una compañía aseguradora. Así mismo define siniestralidad como la frecuencia o índice de siniestros. Si unimos a esta definición, la definición de *laboral*, perteneciente o relativo al trabajo, en su aspecto económico, jurídico y social, convenimos en que en Prevención de Riesgos Laborales la *siniestralidad laboral se refiere los daños de distinta índole que se producen relacionados con el desarrollo del trabajo*.

La siniestralidad laboral obedece a dos hechos: *accidentes de trabajo y enfermedades profesionales*. La identificación y medida de cada uno de ellos presenta problemas bastante diferentes. En el primer caso, nos encontramos ante un efecto directo, claramente identificable, mientras que en el segundo la relación causal entre condiciones de trabajo y enfermedad puede ser, en muchas ocasiones, de naturaleza indirecta o producirse con retardo después de un determinado periodo de exposición al riesgo o al agente causante (Real Decreto 1/1994, de 2º de Junio, Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, BOE de 29 de Junio de 1994 (capítulo III, sección 1a, artículos 115 y 116).

El Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, expone en su artículo 115 el concepto del *accidente de trabajo*:

«Se entiende por accidente de trabajo toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena.»

En la anterior legislación se considera accidente de trabajo a:

- Los que sufra el trabajador al ir o al volver del lugar de trabajo, conocidos como *accidentes in itinere*.
- Los que sufra el trabajador con ocasión o como consecuencia del desempeño de cargos electivos de carácter sindical, así como los ocurridos al ir o al volver del lugar en que se ejerciten las funciones propias de dichos cargos.
- Los ocurridos con ocasión o por consecuencia de las tareas que, aun siendo distintas a las de su categoría profesional, ejecute el trabajador en cumplimiento de las órdenes del empresario o espontáneamente en interés del buen funcionamiento de la empresa.
- Los acaecidos en actos de salvamento y en otros de naturaleza análoga, cuando unos y otros tengan conexión con el trabajo.
- Las enfermedades que contraiga el trabajador con motivo de la realización de su trabajo siempre que se pruebe que la enfermedad tuvo por causa exclusiva la ejecución del mismo, siempre que no estén incluidas en el cuadro de enfermedades profesionales, aprobado por el Real Decreto 1299/2006 por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Las enfermedades o defectos, padecidos con anterioridad por el trabajador, que se agraven como consecuencia de la lesión constitutiva del accidente.
- Las consecuencias del accidente que resulten modificadas en su naturaleza, duración, gravedad o terminación, por enfermedades intercurrentes, que constituyan complicaciones derivadas del proceso patológico determinado por el accidente mismo o tengan su origen en afecciones adquiridas en el nuevo medio en que se haya situado el paciente para su curación.
- Las lesiones que sufra el trabajador en el lugar de trabajo y ocurridas durante su jornada laboral, salvo que se pruebe lo contrario.

Asimismo, no impedirán la calificación de un accidente “como de trabajo” la imprudencia profesional que es consecuencia de su ejercicio habitual y que se deriva de la confianza que éste inspira, así como la concurrencia de culpabilidad civil o criminal del empresario, de un compañero de trabajo del accidentado o de un tercero, salvo que no guarde relación alguna con el trabajo (R.D. 1299/2006).

No obstante a lo establecido con anterioridad, no tendrán la consideración de accidentes de trabajo, conforme al Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio

- Los que sean debidos a fuerza mayor extraña al trabajo, entendiéndose por ésta la que sea de tal naturaleza que ninguna relación guarde con el trabajo que se ejecutaba al ocurrir el accidente. En ningún caso se considerará fuerza mayor extraña al trabajo la insolación, el rayo y otros fenómenos análogos de la naturaleza.
- Los que sean debidos a dolo o a imprudencia temeraria del trabajador accidentado.

Cuando tiene lugar un accidente de trabajo, no siempre tiene porqué ocasionar daños para la salud de los trabajadores implicados en el mismo, sino que puede ser que solamente se produzcan daños materiales para la empresa. En este caso se trata del “accidente blanco”, término introducido por Heinrich (1931), que es conocido comúnmente bajo el término de *incidente*.

La norma UNE 81902:1996 EX (AENOR, 1996), definía el incidente como: «Cualquier suceso no esperado ni deseado que no dando lugar a pérdidas de salud o lesiones a las personas, pueda ocasionar daños a la propiedad, equipos, productos o al medio ambiente, pérdidas de producción o aumento de las responsabilidades legales.»

Como su propia definición indica, los incidentes pueden desembocar en graves consecuencias económicas para la empresa pues, por otra parte, la probabilidad de que un incidente pueda tener lugar es elevada en relación con la de que sucedan otro tipo de accidentes. Esta cuestión fue determinada por Bird (1974) que, basándose en un estudio en el que analizó más de 90000 accidentes, demostró que por cada accidente grave o mortal se producen 10 accidentes con lesiones de baja temporal o de cura de botiquín y 600 incidentes. Otras relaciones en este sentido fueron desarrolladas por los trabajos de Heinrich (1931), Tye & Pearson (1974) o Fletcher (1972).

Por lo tanto, tal y como pone de manifiesto Bird (1985), los incidentes presentan una frecuencia elevada, por lo que habrán de tenerse en consideración a la hora de diseñar los puestos de trabajo, definir los métodos de producción, elegir la maquinaria y el resto de equipos de trabajo, así como los demás aspectos que puedan ocasionar o favorecer la aparición de incidentes. Estas consideraciones coinciden con las hechas por otros autores como Heinrich (1931) y Peterssen (1980), entre otros, quienes sostienen que las consecuencias de un incidente dependen en gran medida del sistema de producción que se establezca para la ejecución de los trabajos.

Por otra parte, pese a no causar por sí mismos daños para la salud de los trabajadores, se ha demostrado que alrededor del 40% de estos incidentes pueden desembocar finalmente en accidentes de trabajo (Kjellén; 1984). De hecho el incidente no es más que la manifestación de una situación de riesgo que no está suficiente o correctamente controlada. Es éste el principal motivo por el que los incidentes, o accidentes blancos, no pueden ser obviados a la hora de planificar la prevención de riesgos de la empresa.

Las *enfermedades profesionales* son el resultado de un deterioro de la salud de los trabajadores, por lo que los efectos que aparecen años después, incluso una vez que el trabajador está jubilado, como consecuencia de la realización de tareas en las cuales han estado expuestos a la presencia de contaminantes químicos, físicos o biológicos en el lugar de trabajo (INSHT, 2005) o por enfrentarse a situaciones ergonómicas y psicosociales inadecuadas. Con objeto de establecer qué debe entenderse legalmente por enfermedad y sea considerada como tal, hay que remitirse a lo aprobado por el Real Decreto 1299/2006 y verificar que estén provocadas por la acción de los elementos y sustancias que figuran en él.

En el cuadro de enfermedades profesionales que figura en Anexo del Real Decreto anteriormente citado, se recogen en el Grupo 2 las enfermedades profesionales causadas por agentes físicos. Entre ellas figuran (ver Agente B) las enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas provocadas por las vibraciones mecánicas. En la Encuesta Nacional de

Condiciones de Trabajo (VII ENCT, 2011) se afirma que desde 2007 a 2011 ha aumentado en un 3.8% el porcentaje de trabajadores que siente alguna molestia achacable a posturas y esfuerzos derivada del trabajo que realizan. Entre las más frecuentes destacan las *lesiones musculoesqueléticas* en la región lumbar, en la zona nuca-cuello y en brazos y antebrazos. Destaca el sector de la Construcción como el que presenta un porcentaje mayor de exposición a las vibraciones en el binomio mano-brazo tal y como lo manifiestan en la ENCT el 29.8% de sus trabajadores. Le sigue el sector Industria con un 16.4%.

Según lo antes dicho, es muy alto el número de trabajadores en obras de construcción que padecen enfermedad profesional por causa directa de las vibraciones a las que están expuestos como consecuencia del uso de maquinaria. Es por ello que consideramos oportuno investigar, por un lado, si los fabricantes de dicha maquinaria suministran información veraz y suficiente sobre los niveles de vibración que producen y cómo pueden verse afectados por ellos los trabajadores y, por otro, cuál es la actuación de las empresas en la prevención de los riesgos laborales asociados a los niveles de exposición de sus trabajadores a las vibraciones. Esta investigación se recoge en el Capítulo 7 de esta Memoria de tesis.

Por último, las dudas que cada caso concreto presenta en la aplicación de la legislación vigente se resuelven mediante sentencias de los Tribunales Superiores de Justicia existentes en el Estado Español que crean jurisprudencia. Así es como se han incorporado muy recientemente como accidentes laborales enfermedades que no estaban recogidas en el cuadro antes referido utilizando como fundamento jurídico: «la presunción del artículo 84.3 de la Ley General de la Seguridad Social de 1974 se refiere no sólo a los accidentes en sentido estricto o lesiones producidas por la acción súbita y violenta de un agente exterior, sino también a las enfermedades o alteraciones de los procesos vitales que pueden surgir en el trabajo y que para la destrucción de la presunción de la laboralidad de la enfermedad surgida en el tiempo y lugar de prestación de servicios la jurisprudencia exige que la falta de relación entre la lesión padecida y el trabajo realizado se acredite de manera suficiente, bien porque se trate de enfermedad que por su propia naturaleza excluya la acción del trabajo como factor determinante o desencadenante, bien porque se aduzcan hechos que desvirtúen dicho nexo causal. La presunción no se excluye porque se haya acreditado que el trabajador padecía la enfermedad con anterioridad o porque se hubieran presentado síntomas antes de iniciarse el trabajo, porque lo que se valora a estos efectos no es, desde luego, la acción del trabajo como causa de la lesión cardíaca, lo que no sería apreciable en principio dada la etiología de este tipo de lesiones, sino su actuación en el marco del artículo 84.2.f) de la Ley General de la Seguridad Social como factor desencadenante de una crisis, que es la que lleva a la situación de necesidad protegida y esta posible acción del trabajo se beneficia de la presunción y no puede quedar excluida por la prueba de que la enfermedad se padecía ya, pues, aunque sea así, es la crisis la que hay que tener en cuenta a efectos de protección.» (Sentencia T.S.J. Extremadura 12/2012 de 17 de enero).

2.3.2. Causas de la siniestralidad laboral.

Según expresa Martínez (2003): «Cualquier accidente se explica por causas reales y concretas.» Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la causa que desencadena un accidente no suele ser ni única ni la más cercana al mismo, sino que suelen producirse por una serie de causas

concatenadas (Petersen, 2003; Huang & Hinze, 2003; Hopkins, 2009). Por tanto, para eliminar o disminuir los accidentes de trabajo deberán llevarse a cabo acciones precisas para combatirlos desde su origen, lo que permite mantener bajo control las causas principales que podrán provocar el accidente en la empresa.

El conjunto de circunstancias y situaciones propias del trabajo que originan los accidentes pueden dividirse en *causas humanas o causas técnicas*, también denominadas *factor humano y factor técnico*, respectivamente. A continuación se presentan las posibles causas humanas y técnicas que pueden provocar los accidentes de trabajo (Bird, 1974).

El *factor humano* comprende los actos peligrosos o las prácticas inseguras que realiza el propio trabajador durante la ejecución de su tarea ya sea por la falta de conocimientos o habilidades, por problemas de salud o por acciones inadecuadas adoptadas por el trabajador para ahorrar tiempo o esfuerzos, evitar incomodidades o atraer la atención de los demás, entre otras, sin que el propio trabajador sea en ocasiones conocedor de las consecuencias que realmente estas acciones pueden suponer para su salud y la de sus compañeros de trabajo. A pesar de que, según los datos de la ENGE (2009), siete de cada diez trabajadores manifiestan la percepción y el conocimiento sobre el riesgo de la actividad que desarrollan.

Además, la mayoría de los trabajadores encuestados, consideran que disponen de la información sobre los riesgos y medidas preventivas, sin embargo algunos de los actos que el trabajador puede cometer, y por tanto resultar peligroso para su salud, podemos citar el trabajar por cuenta propia sin autorización para ello, sin las medidas de protección individuales o colectivas establecidas para la realización de la tarea en cuestión, trabajar a velocidades peligrosas, no señalar o comunicar los riesgos que se deriven del trabajo tanto al resto de sus compañeros como a su superior o al responsable de seguridad, utilizar equipos de trabajo inadecuados o de forma insegura, adoptar posturas incorrectas o trabajar sin la atención que las dificultades del trabajo requieran.

Por su parte, el *factor técnico* engloba las condiciones materiales o condiciones inseguras pertenecientes al puesto de trabajo que pueden aparecer por procedimientos, diseño y mantenimiento inadecuados. Los puestos de trabajo pueden presentar condiciones peligrosas para los trabajadores derivadas de aspectos como orden y limpieza incorrectos, falta del espacio necesario para realizar las actividades, condiciones atmosféricas peligrosas, defectos de los equipos de trabajo, ruido e iluminación inadecuada, vestimentas de trabajo inseguras o sistemas de señalización, alarma y dispositivos de seguridad inadecuados, entre otras.

De acuerdo con Cortés (2007), «resulta difícil discernir qué factor ejerce mayor influencia en la génesis del accidente pues, detrás de un fallo técnico siempre, en último término, nos encontramos con el factor humano, por lo que puede decirse que en todo accidente intervienen conjuntamente factores técnicos y factores humanos.»

Las causas fundamentales que originan la mayoría de los accidentes de trabajo en el sector de la Construcción son debidas a la existencia de condiciones inseguras que no son identificadas y, por tanto, no han sido controladas antes del comienzo de la ejecución de la obra o que, en su caso, son consecuencia de situaciones en las que se continúa con la actividad pese a conocer la existencia de una situación de inseguridad para los trabajadores. Igualmente, otra causa habitual que motiva la ocurrencia de los accidentes de trabajo en las obras de construcción es realizar la

actividad laboral sin emplear las medidas de seguridad que se han establecido como necesarias para desarrollar ese trabajo en cuestión (Everett *et al.*, 2000).

Una herramienta que permite obtener información primordial de los accidentes, por estar orientada hacia el conocimiento de las causas que los han provocado, es la *investigación de accidentes* (INSHT, 2001). Uno de los factores a tener en cuenta, y que se obtiene de la investigación del accidente, es la *calificación del accidente: leve, grave o mortal*. Con estos datos, y mediante un buen tratamiento estadístico de la información que proporcionan, podemos saber cuáles son los factores de riesgo predominantes en una empresa y de qué manera se manifiestan: agente material, forma o tipo del accidente que ocasiona, naturaleza de las lesiones que provoca y parte del cuerpo lesionado. Todo ello facilitará la orientación de las acciones preventivas encaminadas a eliminar, reducir o controlar estos factores de riesgo.

Se deducen otras variables descriptoras de los accidentes laborales tras analizar el modo en que resulta accidentado el trabajador y los agentes materiales que los provocan. Entre los del primer tipo destacan, por ejemplo, los sobreesfuerzos en el sistema músculo esquelético, los golpes por caídas, los choques con objetos inmóviles o los golpes con objetos que se desprenden. Entre los agentes materiales asociados a los accidentes destacan los materiales de construcción, las superficies de circulación al mismo nivel y las cargas manipuladas a mano; sin embargo, estos datos deben someterse a duda por la escasa precisión o fiabilidad de la codificación de las variables que se reflejan en el *Parte de Accidente*, como modelo de notificación oficial de accidentes.

En cuanto a las causas de los accidentes, destacan la ausencia o deficiencia de protecciones colectivas, la falta de estabilidad estructural, las aberturas y huecos desprotegidos y la falta de entibación en zanjas.

En cuanto a las causas relacionadas con la gestión de la prevención de los accidentes mortales en el sector de la Construcción (INSHT, 2010), destacan:

- Fallo o inexistencia de actividades dirigidas a la detección de riesgos,
- No poner a disposición de los trabajadores las prendas o equipos de protección necesarios.
- Medidas preventivas propuestas en la evaluación de riesgos insuficientes o inadecuadas.
- Inexistencia de programación
- Procedimientos inexistentes para la coordinación de una o varias empresas.

A partir del control estadístico de los accidentes, se pueden orientar las acciones y las medidas preventivas necesarias para eliminar las situaciones de riesgo que han desembocado en un incidente o accidente. Para ello se utilizan *Índices estadísticos* que permiten obtener conclusiones sobre la evolución de la siniestralidad laboral y, a su vez, actúan como medio de comprobación del grado de eficacia de las medidas implantadas. De entre ellos destacamos los siguientes:

- Índice de frecuencia:
$$If = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes}}{N^{\circ} \text{ de horas-trabajador trabajadas}} \times 10^6$$

Para el caso de accidentes mortales: $I_{fM} = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes}}{N^{\circ} \text{ de horas-trabajador trabajadas}} \times 10^8$

- Índice de gravedad: $I_g = \frac{N^{\circ} \text{ de jornadas}}{N^{\circ} \text{ de horas-trabajador trabajadas}} \times 10^3$
- Índice de incidencia: $I_i = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes}}{N^{\circ} \text{ medio de trabajadores expuestos}} \times 10^5$

Para el caso de accidentes mortales: $I_{iM} = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes mortales}}{N^{\circ} \text{ medio de trabajadores expuestos}} \times 10^5$

- Índice de duración media: $D_m = \frac{N^{\circ} \text{ de jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ de accidentes}}$
- Tasa de incidencia: $T_i = \frac{N^{\circ} \text{ total de accidentes anuales}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores ocupados}} \times 10^5$

Analizando estos indicadores podemos ver que en la Construcción se encuentran desequilibrios notables entre ellos cuando se toma de referencia la *actividad* que se realiza. Así, en las carreteras, vías férreas, puentes y túneles la *tasa de incidencia*, es generalmente, superada por el resto de grupos de actividad. Las tasas mayores son las correspondientes a la construcción de redes, la demolición y preparación de terrenos y otras actividades de construcción especializada. La tasa de incidencia disminuye con la *edad*, puesto que son los trabajadores jóvenes en la construcción de redes quienes arrojan la mayor tasa de incidencia (INSHT, 2010).

2.3.3. La siniestralidad laboral en el sector de la Construcción en Europa y en España

Según las conclusiones del *Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo* del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2010) y el último estudio de siniestralidad laboral, *Siniestralidad Laboral. Periodo julio 2011 - junio 2012* (INSHT, 2012), el índice de incidencia de los accidentes en jornada de trabajo con baja, en el sector de la Construcción, ha ido disminuyendo en los últimos años. A pesar de estos descensos, la siniestralidad continúa siendo, en este sector, el doble que en el conjunto de actividades como puede observarse en el Gráfico 2.6, donde se incluyen los datos de incidencia correspondientes al sector y al total de las actividades, respectivamente.

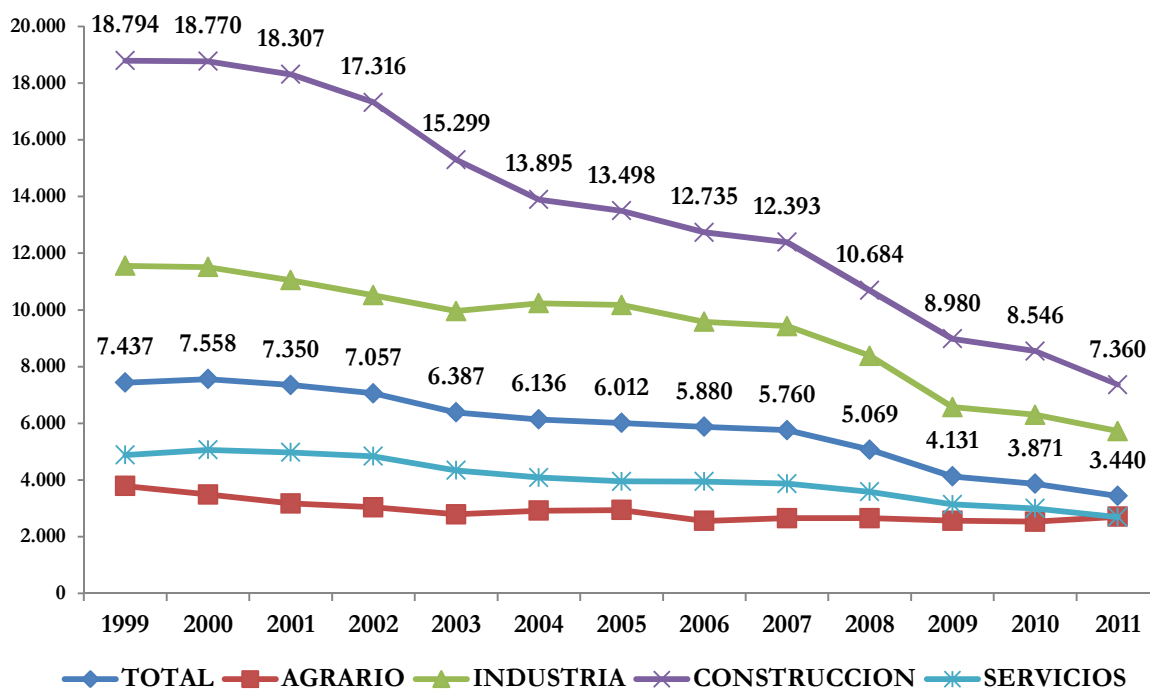


Gráfico 2.6. Índices de incidencia de los accidentes de trabajo con baja en jornada de trabajo por sector.
Fuente: INSHT, 2011. Anuario de estadísticas Laborales y de Asuntos Sociales.

Según el informe sobre la Siniestralidad laboral del 2012, el *Índice de incidencia* de accidentes totales ha descendido un 12.9%, en el periodo 2011 a 2012, respecto al periodo 2010 a 2011. Destaca el importante descenso del Índice de incidencia de los accidentes de trabajo leves (-12.9%), graves (-13.3%) y mortales (-6.7%). Estos datos, en el sector de la Construcción, corresponden a un descenso del índice de incidencia total en el sector de -13.3%, con una disminución del Índice de incidencia de los accidentes leves del 13.4%, el de graves en un 5.1%, mientras que en el caso de mortales hay un aumento de su índice en un 2.9%. Ver Gráfica 2.7.

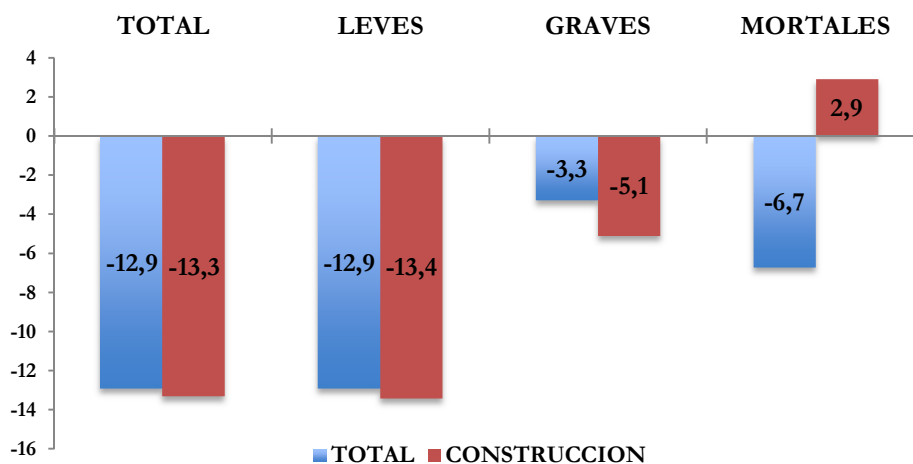


Gráfico 2.7. Evolución índices de incidencia según gravedad el periodo 2011-2012.
Fuente: INSHT, 2012

En el Gráfico 2.8 se observa las variaciones en cuanto a los datos de siniestralidad en valor absoluto. En este caso, los accidentes de trabajo totales ocurridos durante los últimos doce meses suponen una disminución de un 13.7% con respecto al anterior periodo considerado, mientras que en el sector de la Construcción el descenso ha sido del 26.9%. Del mismo modo, ha disminuido, de forma global el número de accidentes graves en un 14.4%, y mortales en un 13.6%, respectivamente en la Construcción han supuesto un 20% y un 13.2%. Se ha producido también un descenso de la población trabajadora con la contingencia por accidente de trabajo cubierta en el mismo periodo de un 0.9%, coincidiendo con un descenso del 15.7% en la Construcción

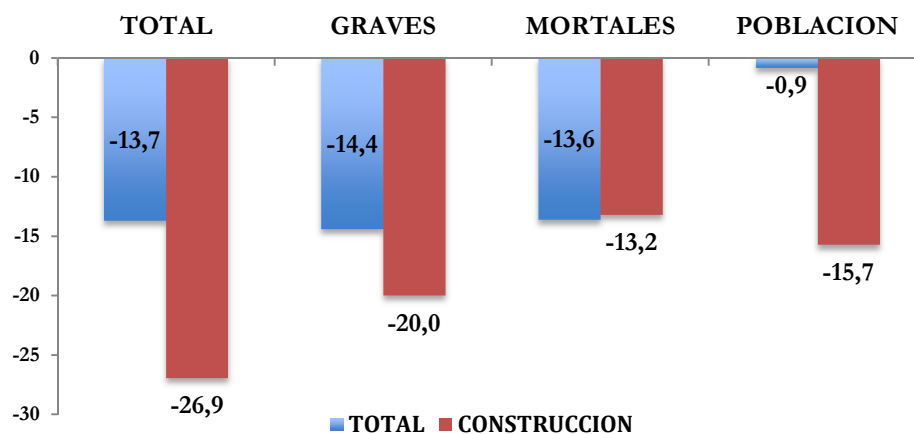


Gráfico 2.8. Evolución de la siniestralidad en valor absoluto según gravedad el periodo 2011, 2012.
Fuente: INSHT, 2012

		Índice de Incidencia	Nº de Accidentes	Población Afiliada
2008	TOTAL	5069	165653	14947623
	CONSTRUCCIÓN	10684	751870	1372373
2009	TOTAL	4.131	114378	1605224
	CONSTRUCCIÓN	8.980	605073	14947623
2010	TOTAL	3871	94740	1176462
	CONSTRUCCIÓN	7360	553915	14712876
2011	TOTAL	3440	75136	1020857
	CONSTRUCCIÓN	8546	501579	14581934
2012	TOTAL	3227	67050	968672
	CONSTRUCCIÓN	6922	469811	14556646

Tabla 2.9. Datos sobre siniestralidad laboral en la Construcción. Años 2008 a 2012.
Fuente: INSHT, 2012.

En la Tabla 2.9, se muestra un análisis comparativo de los datos arrojados por la siniestralidad laboral en la Construcción en 2008 y 2012 que permite tener una referencia de su importancia

el momento en que se realizó el estudio y comprender mejor las conclusiones que obtuvimos del mismo.

Representando gráficamente cada uno de estos valores, obtenemos los gráficos 2.9, 2.10 y 2.11 que se muestran a continuación. En ellas observamos que, a pesar del descenso de producción en la Construcción, la situación de la siniestralidad laboral es prácticamente la misma en cada año y que es el sector de la Construcción el que se mantiene en unos niveles que están por encima del resto del de los otros sectores de actividad económica.

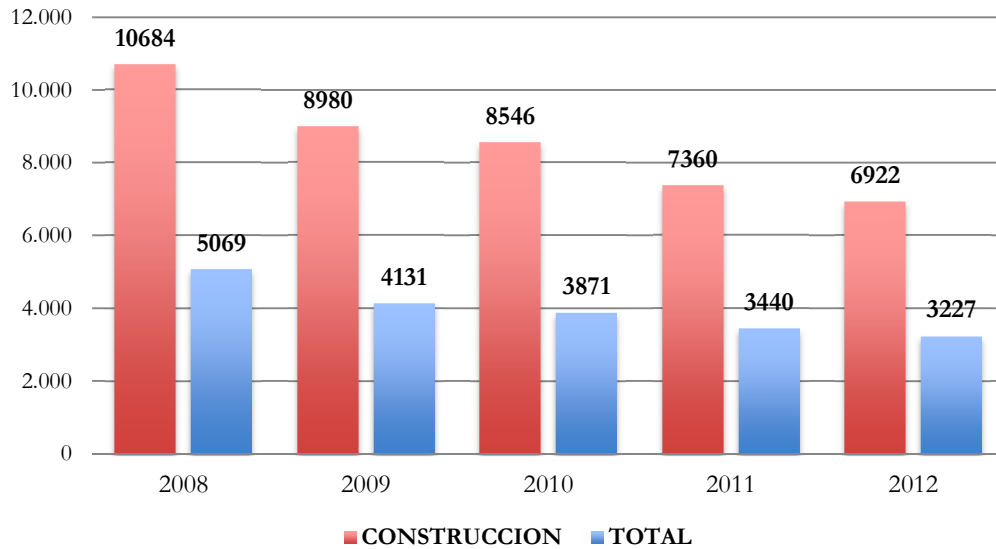


Gráfico 2.9. Índice de Incidencia, años 2008 a 2012.
Fuente: Elaboración propia.

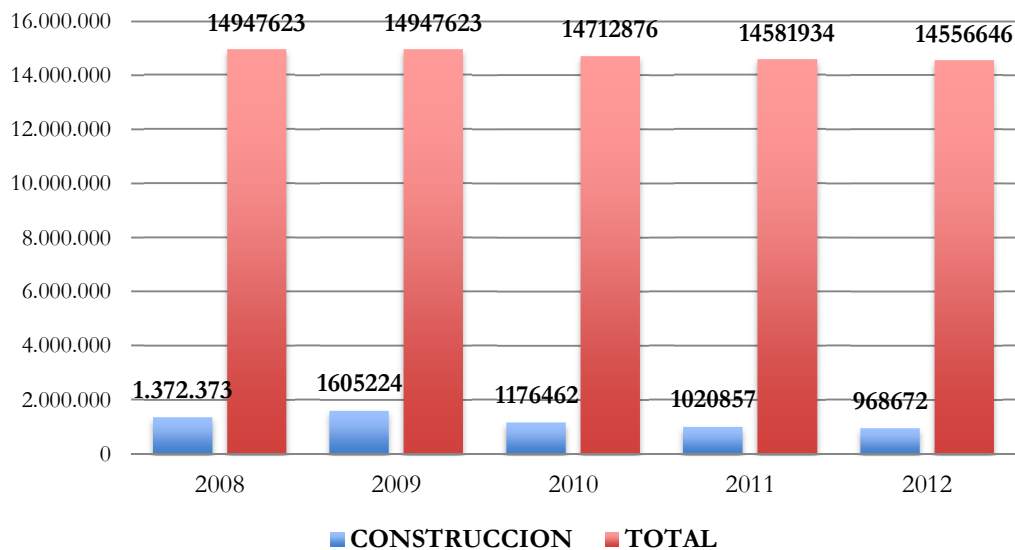


Gráfico 2.10. Población afiliada, años 2008 a 2012.
Fuente: Elaboración propia.

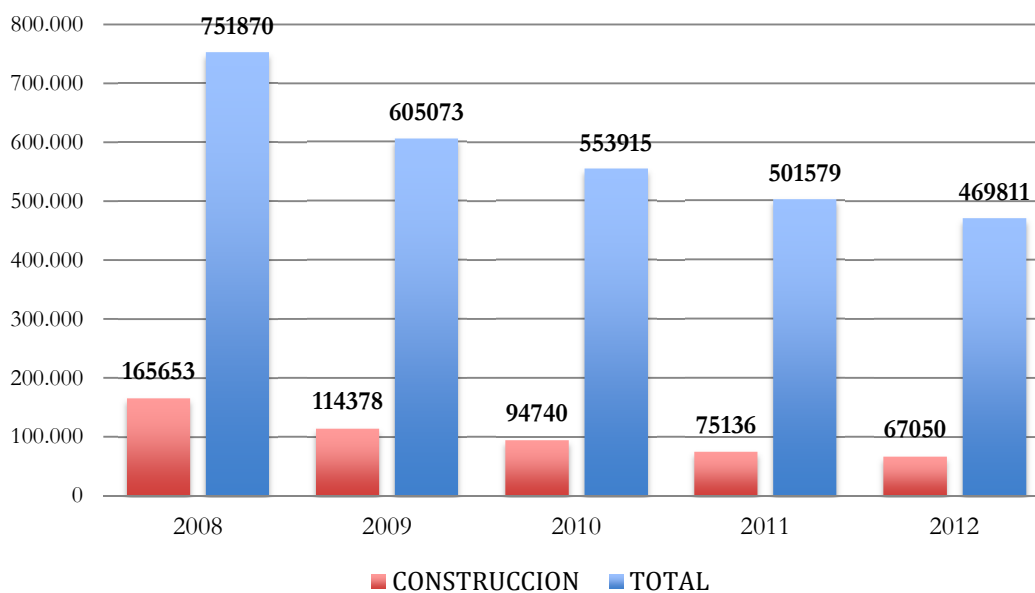


Gráfico 2.11. Número de accidentes con baja, años 2008 a 2012.
Fuente: Elaboración propia.

Hasta ahora hemos podido comprobar como las características del sector de la Construcción unidas a las consecuencias del cambio económico de los últimos años, han tenido repercusión tanto en la estructura laboral, como a la siniestralidad del sector.

A continuación vamos a comprobar la evolución y la adaptación normativa e institucional, al nuevo escenario de la Construcción.

2.4. Marco normativo e institucional en materia de Seguridad y Salud laboral.

2.4.1. Directiva Marco 89/391/CEE y Ley 31/1995

La legislación comunitaria actual en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo está constituida por:

- La Directiva marco 89/391/CEE, que contiene disposiciones básicas sobre la organización de la Seguridad y Salud en el lugar de trabajo y las responsabilidades de los empresarios y los trabajadores. Se completa con 19 Directivas específicas. Esta normativa está modificada por la Directiva 2007/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Las medidas previstas en Directivas que contienen disposiciones detalladas, pero que no están relacionadas con Directivas marco, relativas a actividades profesionales (asistencia sanitaria en embarcaciones) o a un grupo determinado de personas vulnerables (trabajadores de carácter temporal o jóvenes trabajadores).

El objetivo de la Directiva marco adoptada en 1989 es fomentar la mejora de la protección de los trabajadores mediante medidas preventivas de accidentes o enfermedades profesionales, información, consultas, participación y formación de los trabajadores. En dicha Directiva se definen las obligaciones y las responsabilidades de los empresarios (evaluación de riesgos,

creación de servicios de protección y de prevención, etc.) y de los trabajadores (cumplimiento de órdenes, participación, uso correcto del equipo y de las máquinas). Es aplicable a todos los sectores de actividad, privados o públicos, (actividades industriales, agrícolas, comerciales, administrativas, de servicios, educativas, culturales, de ocio, etc.) con exclusión de determinadas actividades específicas propias de la función pública y de los servicios de protección civil.

Las diecinueve Directivas específicas adoptadas a partir de esta Directiva marco 89/391/CEE constituyen un cuerpo legislativo moderno y exhaustivo. Las últimas que se han adoptado muestran que se han tenido en cuenta nuevas formas de riesgo, como la exposición al ruido y las ondas y campos electromagnéticos. Dichas Directivas son las siguientes:

- Directiva 89/654/CEE del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en el Trabajo.
- Directiva 89/655/CEE del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo. Modificada por los siguientes actos: directiva 95/63/CEE del Consejo y Directiva 2001/45/CEE del Parlamento y del Consejo.
- Directiva 89/656/CEE del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- Directiva 90/269/CEE del Consejo, de 29 de mayo de 1990, sobre las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entraña riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Directiva 90/270/CEE del Consejo, de 29 de mayo de 1990, referente a las disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Directiva 2004/37/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo.
- Directiva 90/679/CEE del Consejo, de 26 de noviembre de 1990, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Modificada por los actos siguientes: Directiva 93/88/CEE, Directiva 95/30/CEE, Directiva 97/59/CEE y Directiva 97/65/CEE de la Comisión.
- Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud que se deberán aplicar en las obras de construcción, ya sean temporales o móviles.
- Directiva 92/58/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Directiva 92/85/CEE del Consejo, de 19 de octubre de 1992, relativa a la aplicación de las medidas para promover en el trabajo la mejora de la Seguridad y Salud de las trabajadoras embarazadas, que hayan dado a luz recientemente o en período de lactancia.

- Directiva 92/91/CEE del Consejo, de 3 de noviembre de 1992, relativa a las prescripciones mínimas destinadas a mejorar la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores de las industrias extractivas mediante perforación.
- Directiva 92/104/CEE del Consejo, de 3 de diciembre de 1992, relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de Seguridad y Salud de los trabajadores de las industrias extractivas, ya sean a cielos abiertos o subterráneas.
- Directiva 93/103/CEE del Consejo de 23 de noviembre de 1993 relativa a las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo a bordo de los buques pesqueros.
- Directiva 98/24/CEE del Consejo, de 7 de abril de 1998, relativa a la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Directiva 1999/92/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1999, relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.
- Directiva 2002/44/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones).
- Directiva 2003/10/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Directiva 2004/40/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos).
- Directiva 2006/25/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales) (decimonovena Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).

Dentro del bloque de medidas previstas en Directivas que contienen disposiciones detalladas, pero que no están relacionadas con Directivas marco, relativas a actividades profesionales se encuentran:

- Directiva 83/477/CEE del Consejo, de 19 de septiembre de 1983, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo (segunda directiva específica con arreglo al artículo 8 de la Directiva 80/1107/CEE).
- Directiva 92/29/CEE del Consejo, de 31 de marzo de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para promover una mejor asistencia médica a bordo de los buques.
- Directiva 91/383/CEE del Consejo, de 25 de junio de 1991, por la que se completan las medidas para promover la mejora de la Seguridad y Salud de los trabajadores cuya relación laboral es de duración determinada o de carácter temporal.

- Directiva 94/9/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de marzo de 1994, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Directiva 94/33/CEE del Consejo, de 22 de junio de 1994, relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo.
- Directiva 96/29/CEE del Consejo, de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los peligros que resultan de las radiaciones ionizantes.
- Recomendación 2003/134/CEE del Consejo relativa a la mejora de la protección de la Seguridad y Salud en el Trabajo de los trabajadores autónomos.

Una vez mostradas las diferentes Directivas de la CEE que sientan los principios para el desarrollo normativo en materia de Prevención de Riesgos Laborales y en el desarrollo de las relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo, es conveniente destacar que el Programa de Acción Social de 1987 donde se gestó la Directiva Marco 89/391/ CEE. Este programa se estructura en 4 bloques temáticos, muy distintos a los de los programas de la etapa anterior:

1. Formación e información del trabajador comunitario.
2. Seguridad y Salud.
3. Seguridad y Salud en las PYME's.
4. Seguridad y Ergonomía en el trabajo.

De este programa, surge la Directiva Marco 89/391/CEE el 12 de junio de 1989, haciéndose eco de todos los objetivos anteriores. Esta directiva, supone el comienzo de la reglamentación de la Seguridad en toda la Unión Europea, obligando a desarrollar la normativa en materia de prevención de riesgos a los países miembros.

El *objetivo* de la directiva es la aplicación de las medidas para mejorar la Seguridad y Salud de los trabajadores. Sus *principios* son relativos a la prevención de los riesgos profesionales, la eliminación de los factores de riesgo y accidentes, la información, la consulta, la participación, la formación de los trabajadores y de sus representantes.

Destacamos las siguientes líneas generales de aplicación de dichos principios,

- Extiende su ámbito de aplicación, no sólo comprende a trabajadores por cuenta ajena, sino también a los *funcionarios públicos*.
- Establece obligaciones para el *empresario*, pero también para los trabajadores: estos deberán velar por su propia seguridad y colaborar en todas las actividades relativas a Seguridad y Salud en el centro de trabajo.
- Obliga al empresario a adoptar medidas de protección colectiva antes que individual, adaptar el trabajo al trabajador, eliminar los riesgos en origen, dar instrucciones, evitar los riesgos, planificar la prevención y a evaluar los riesgos que no son evitables. Todas estas responsabilidades se deberán integrar en la empresa y

en todos los niveles jerárquicos. Para ello la legislación le obliga a estructurar en su organización:

1. Formación de los trabajadores.
 2. Información.
 3. Vigilancia de la salud.
 4. Instrucción en primeros auxilios y situaciones de emergencia.
 5. Consulta y participación del trabajador.
- Aparece el empresario como titular del centro de trabajo y responsable de todo lo que acontezca en el mismo.
 - Se aplica a todos los sectores productivos, si bien hay excepciones para recoger riesgos específicos de algunas actividades.
 - Obliga que, en las obras donde coinciden trabajadores de varias empresas, los empresarios cooperen para aplicar las disposiciones relativas a Seguridad y Salud.

En el punto primero del artículo 18, Disposiciones finales, se dice: «Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo dispuesto en la presente Directiva, a más tardar el 31 de diciembre de 1992». España lo hace el 10 de noviembre del 1995, publicando la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, BOE nº 269.

La normativa en Prevención de Riesgos Laborales en las obras de Construcción, se basa en cuatro pilares fundamentales: la Ley 31/95, el Real Decreto 39/97, el Real Decreto 1627/97 y la Ley reguladora de la subcontratación 32/2006.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, tiene por objeto «promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo» (art. 2.1), estableciendo los *principios de la acción preventiva*. La ley obliga a que los riesgos que finalmente ocasionen accidentes, se controlen de manera que puedan ser asumidos como posibles, en el desarrollo de la actividad productiva. Entre otros mandatos el legislador obliga al empresario a que diseñe el centro de trabajo de manera que la Prevención de Riesgos Laborales se integre en la planificación del trabajo.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) se estructura en 8 apartados, con la exposición de motivos y 7 capítulos, que contienen 54 artículos, distribuidos en:

- Capítulo I: Objeto, ámbito de aplicación y definiciones.
- Capítulos II, IV y V: Relativos a la gestión de la prevención.
- Capítulos III, VI y VII: Sobre garantías de Seguridad y Salud laboral.
- 13 Disposiciones Adicionales.
- Disposiciones Transitorias.

Por otra parte el Real Decreto 39/97, responde al cumplimiento del mandato legal, que hace posible la prevención de riesgos laborales desde su nueva perspectiva, como actividad integrada en las actuaciones de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma, a partir de la evaluación de los riesgos y de una planificación que incluya la técnica, la organización y las condiciones de trabajo.

Su estructura se compone de 39 artículos, divididos en 7 capítulos, distribuidos en:

- Capítulo I: Disposiciones generales.
- Capítulo II: Evaluación de los riesgos y planificación de la acción preventiva.
- Capítulo III: Organización de recursos para las actividades preventivas.
- Capítulo IV: Acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas.
- Capítulo V: Auditorías
- Capítulo VI: Funciones y niveles de cualificación.
- Capítulo VII: Colaboración de los servicios de prevención con el sistema nacional de salud.
- 12 Disposiciones Adicionales.
- 4 Disposiciones Transitorias.

Los mandatos del Reglamento de los Servicios de Prevención han sido desarrollados o modificados en determinados aspectos por normas posteriores, como se muestra en la Tabla 2.10.

ARTÍCULO	MODIFICADO POR:
Disposición adicional 5º y final segunda.	Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención (redacción).
Artículo 22	Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno.
Artículo 1, 2 y 7 Artículo 16 (apdo. 2) Artículo 19. Artículo 20 (apdo. 1c) Artículo 21 (apdo. 2) Artículo 30, 31, 32 (apdo.2) Artículo 35 (apdo. 1a) Artículo 36 (apdo. 1a) Disposición adicional primera (apdo. 2a)	Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/97 y el Real Decreto 1627/97 (redacción).
Artículo 22 bis, 31 bis y 33 bis. Disposición adicional 10ª, 11ª y 12ª	Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/97 y el Real Decreto 1627/97 (añadido).
Artículo 4 (apdo. 1b)	Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, en relación a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia (redacción).
Anexos VII y VIII	Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, en relación a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia (añadido).
Artículo 11 (apdo. 1) Artículo 14 (apdo. 5) Artículo 17 y 18 Artículo 19 (apdo. 2) Artículo 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 Artículo 29 (apdo. 3) Artículo 30 (apdo. 4) Artículo 33 Artículo 37 (apdo. 2) Disposición final primera.	Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican los Reales Decreto 39/97, 1627/97, 32/2006 y 1109/2007 (redacción).
Artículo 2 (apdo.4)	Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican los Reales Decreto 39/97, 1627/97, 32/2006 y 1109/2007 (añadido).
Disposición adicional tercera	Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican los Reales Decreto 39/97, 1627/97, 32/2006 y 1109/2007 (derogada).

Tabla 2.10. Artículos modificados del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Fuente: Elaboración propia.

La *Ley 32/2006, Reguladora de la Subcontratación* surge al objeto de «mejorar las condiciones de trabajo del sector, en general, y las condiciones de Seguridad y Salud de los trabajadores del mismo, en particular» (art. 1.1). Se identifica la subcontratación, como forma de organización productiva, como uno de los factores con los que la siniestralidad puede estar relacionada.

La subcontratación es entendida por la Ley, como «práctica mercantil de organización productiva en virtud de la cual el contratista o subcontratista encarga a otro subcontratista o trabajador autónomo parte de lo que a él se le ha encomendado» (art. 3). En el sector de la Construcción, tiene reconocida importancia por la especialización y por el incremento de la

productividad. En la Ley se define al “subcontratista” como la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución. Las variantes de esta figura pueden ser las del primer subcontratista (subcontratista cuyo comitente es el contratista), segundo subcontratista (subcontratista cuyo comitente es el primer subcontratista) y así sucesivamente.

La Ley posee una estructura compuesta por: dos capítulos, once artículos, tres disposiciones adicionales, dos disposiciones transitorias, tres disposiciones finales y un Anexo, cuya redacción, ha sido modificada y ampliada por su reglamento de desarrollo, Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto.

2.4.2. Directiva 92/57/CEE y Real Decreto 1627/97.

Tal como se ha comentado anteriormente, una de las Directivas específicas con arreglo al artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE, concretamente, la octava, es la Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992. Fija las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo que se deberán aplicar en las obras, tanto civiles como de edificación, de duración limitada o móviles

La Directiva 92/57/CEE del Consejo pone el acento en la coordinación que debe existir entre las diversas partes en la fase de preparación del Proyecto y durante la fase de ejecución.

- La propiedad o el director de obra tienen que designar a uno o varios coordinadores en materia de Seguridad y Salud.
- La propiedad o el director de obra velarán para que se establezca un Plan de Seguridad y Salud antes de que comience la fase de construcción.
- El director de obra o en su caso la propiedad deberá tener en cuenta los principios generales de prevención en materia de Seguridad y Salud al diseñar el Proyecto.
- Durante la fase de ejecución, los coordinadores deben velar para que los riesgos se gestionen correctamente y se tenga en cuenta el Plan de Salud y de Seguridad. Los empresarios deben cooperar en materia de Seguridad y Salud, haciendo un seguimiento de los procedimientos.

España realizó la transposición de la Directiva en 1997 mediante el *Real Decreto* 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecieron las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

El Real Decreto 1627/97 establece las normas concretas de gestión de la Prevención en las obras de Construcción y tiene presente que en las obras de construcción intervienen diferentes sujetos y se ocupa de las obligaciones y derechos de cada uno de ellos, promotor, proyectista, contratista, subcontratista y trabajadores autónomos. Se introduce la figura del Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de proyecto y en fase de ejecución, como consecuencia de lo dispuesto en la Directiva.

Además, el Real Decreto, establece mecanismos para la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y del Real Decreto 39/97. Se estructura en preámbulo, cuatro capítulos y 19 artículos, que se distribuyen en:

- Preámbulo
- Capítulo I: Disposiciones generales.
- Capítulo II: Disposiciones específicas de Seguridad y Salud durante las fases de proyecto y ejecución de las obras.
- Capítulo III: Derechos de los trabajadores.
- Capítulo IV: Otras disposiciones.
- 1 Disposición Adicional.
- 1 Disposición Transitoria.
- 1 Disposición Derogatoria.
- 3 Disposiciones Finales.

El texto de este Real Decreto se ha visto modificado y/o ampliado por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo y el Real Decreto 2177/2004, de 24 de noviembre.

A partir de la publicación de estas normativas, se da respuesta al mandato de las directivas europeas y a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, la cual en su artículo 6 determina que en las normas reglamentarias se irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, con las normas de desarrollo reglamentario, entre las que destacan entre otras, además de las ya mencionadas, las que aparecen en la Tabla 2.11.

LEGISLACIÓN	OBSERVACIONES
Real Decreto 614/2001. Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.	Protección de los trabajadores.
Ley 54/2003. Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.	Consecuencia de una deficiente incorporación del nuevo modelo de prevención y una falta de integración de la prevención en la empresa, que se evidencia en muchas ocasiones en el cumplimiento más formal que eficiente de la normativa. Se pone al mismo tiempo de manifiesto una falta de adecuación de la normativa de prevención de riesgos laborales a las nuevas formas de organización del trabajo, en especial en las diversas formas de subcontratación y en el sector de la Construcción. Modifica también la Ley de Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
Real Decreto 836/2003. Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.	
Real Decreto 837/2003. Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.	
Real Decreto 171/2004. Desarrollo del artículo 24 de la ley 31/95, en materia de coordinación de actividades empresariales.	
Real Decreto 2177/2004. Equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.	
Real Decreto 1311/2005. Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.	
Real Decreto 286/2006. Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.	
Real Decreto 396/2006. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.	
Real Decreto 604/2006. Modificación del real decreto 39/1997 de los servicios de prevención, y del real decreto 1627/1997, disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.	Plan de Prevención y Recursos Preventivos.
Real Decreto 597/2007. Publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.	
Real Decreto 1109/2007. Desarrollo de la ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.	Registro de Empresas Acreditadas, el Libro de Subcontratación, las reglas de cómputo de los porcentajes de trabajadores indefinidos marcados en la Ley y la simplificación documental de las obligaciones establecidas para las obras de construcción en el ordenamiento jurídico.
Real Decreto Legislativo 5/2000 Texto refundido de la ley sobre infracciones y sanciones en el orden social.	Nuevos sujetos responsables de la infracción y modificación de la calificación de las infracciones.
Real Decreto 404/2010, de 31 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan contribuido especialmente a la disminución y prevención de la siniestralidad laboral. (Artículo 2, Anexo I)	

Tabla 2.11. Normativa nacional de referencia en materia de prevención de riesgos laborales.

Fuente: MTAS

2.4.3. Marco institucional.

La Unión Europea no es una federación como los Estados Unidos, ni una mera organización de cooperación entre gobiernos, como las Naciones Unidas. En realidad, la UE es única. Los países que constituyen la UE siguen siendo naciones soberanas independientes, pero comparten su soberanía para ser más fuertes y tener una influencia mundial que ninguno de ellos podría ejercer individualmente.

Compartir la soberanía significa, en la práctica, que los Estados miembros delegan algunos de sus poderes decisorios en las instituciones comunes creadas por ellos para poder tomar decisiones democráticamente, a nivel europeo, sobre asuntos específicos de interés conjunto.

En el proceso de toma de decisiones en la UE, en general, y en el procedimiento de codecisión, en particular, intervienen tres instituciones principales:

El Parlamento Europeo, que representa a los ciudadanos de la UE y es elegido directamente por ellos.

El Consejo de la Unión Europea, que representa a los Estados miembros.

La Comisión Europea, que defiende los intereses de la Unión en su conjunto.

Este “triángulo institucional” elabora las políticas y leyes que se aplican en la UE. En principio, la Comisión propone las nuevas normas, pero son el Parlamento y el Consejo los que las adoptan.

Otras dos instituciones desempeñan un papel vital: el Tribunal de Justicia, que vela por el cumplimiento de la legislación europea, y el Tribunal de Cuentas, que controla la financiación de las actividades de la Unión.

Además de las instituciones citadas, la UE cuenta con diversos organismos que se ocupan de ámbitos especializados entre la que destacamos en esta investigación, la Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo (OSHA). El 18 de julio de 1994 se publica el Reglamento (CEE) n° 2062/94 del Consejo (Tabla 2.13), por el que se crea la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, pero no es hasta finales de 1996 cuando la OSHA está operativa completamente.

Documento fundacional	Entrada en vigor
Reglamento (CEE) n° 2062/94	18/7/1994
Documento (s) modificativo(s)	Entrada en vigor
Reglamento (CEE) n° 1643/95	29/6/1995
Reglamento (CEE) n° 1654/2003	30/10/2003
Reglamento (CEE) n° 1112/2005	4/7/2005

Tabla 2.12. Referencias sobre la constitución de la Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

La Agencia actúa como catalizador desarrollando, analizando y difundiendo información que sirva para mejorar el estado de la Seguridad y la Salud en el Trabajo en Europa. Además de desarrollar una red global de sitios web sobre Seguridad y Salud, la OSHA realiza campañas informativas y de concienciación, cuenta con un activo programa de publicaciones que abarca

desde informes especializados hasta boletines informativos, y cubre una amplia variedad de problemas en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Además, conviene destacar que entre los servicios que ofrece la UE se encuentra la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (*Statistical Office of European Communities*), Eurostat. Desde la fundación de la Comunidad Europea se establece la División de Estadística para la Comunidad del Carbón y del Acero. En 1959 se adoptó el nombre actual y fue publicada su primera estadística para el sector agrícola. Actualmente es la principal fuente estadística europea.

En España destacamos las siguientes instituciones cuya creación está regulada por la Ley 31/1995;

1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (Art. 8 Ley 31/1995)

Es el órgano Científico-Técnico especializado de la Administración General del Estado que tiene como misión el análisis y estudio de las Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como la promoción y apoyo a la mejora de las mismas. Para ello establece la cooperación necesaria con los órganos de las Comunidades Autónomas en la materia.

El INSHT desarrolla diversas funciones, que a efectos funcionales se encuadran tradicionalmente en las siguientes líneas de acción:

- Asistencia técnica
- Estudio/Investigación
- Formación
- Promoción/Información/Divulgación
- Desarrollo Normativo/Normalización
- Ensayo/Certificación de equipos de protección y de máquinas
- Cooperación técnica
- Secretariado de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

2. Inspección de Trabajo y Seguridad Social (Art. 9 Ley 31/1995)

A la Inspección de Trabajo y Seguridad Social le corresponde la función de la vigilancia y control de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. En cumplimiento de esta misión, tendrá las siguientes funciones:

- Vigilar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, así como de las normas jurídico-técnicas que incidan en las condiciones de trabajo en materia de prevención
- Asesorar e informar a las empresas y a los trabajadores sobre la manera más efectiva de cumplir las disposiciones cuya vigilancia tiene encomendada.
- Elaborar los informes solicitados por los Juzgados de lo Social en las demandas deducidas ante los mismos en los procedimientos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- Informar a la autoridad laboral sobre los accidentes de trabajo mortales, muy graves o graves, y sobre aquellos otros en que, por sus características o por los sujetos afectados, se considere necesario dicho informe, así como sobre las enfermedades profesionales en las que concurren dichas calificaciones y, en general, en los supuestos en que aquélla lo solicite respecto del cumplimiento de la normativa legal en materia de prevención de riesgos laborales.
- Comprobar y favorecer el cumplimiento de las obligaciones asumidas por los servicios de prevención establecidos en la presente Ley.
- Ordenar la paralización inmediata de trabajos cuando, a juicio del inspector, se advierta la existencia de riesgo grave e inminente para la seguridad o salud de los trabajadores.

3.- Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (Art. 13 Ley 31/1995)

Órgano colegiado asesor de las Administraciones públicas en la formulación de las políticas de prevención y órgano de participación institucional en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.

La Comisión estará integrada por un representante de cada una de las Comunidades Autónomas y por igual número de miembros de la Administración General del Estado y, paritariamente con todos los anteriores, por representantes de las organizaciones empresariales y sindicales más representativas. Entre sus funciones se encuentran:

Conocer las actuaciones que desarrollen las Administraciones públicas competentes en materia de promoción de la prevención de riesgos laborales

Informar y formular propuestas en relación con dichas actuaciones, específicamente en lo referente a:

- Criterios y programas generales de actuación.
- Proyectos de disposiciones de carácter general.
- Coordinación de las actuaciones desarrolladas por las Administraciones públicas competentes en materia laboral.
- Coordinación entre las Administraciones públicas competentes en materia laboral, sanitaria y de industria

CAPÍTULO 3.

Los costes de Seguridad y Salud laboral en las empresas constructoras.

En este Capítulo se realiza una revisión teórica de la delimitación de los costes relacionados con la Seguridad y la Salud, en general, y con la siniestralidad laboral, en particular. Del mismo modo se presentan los métodos de cálculo de costes desarrollados en el ámbito empresarial.

Se comprueba que la siniestralidad laboral tiene repercusiones económicas para las empresas, para cada trabajador y para la sociedad en su conjunto. La revisión bibliográfica llevada a cabo pone de manifiesto la dificultad de la delimitación de los costes y de su cálculo, lo cual es debido, entre otras razones, a la dificultad de la recopilación de los datos y a la falta de homogeneidad de los mismos.

Finalmente, se comprueba cómo en el nuevo enfoque europeo, adoptado para minimizar la siniestralidad laboral, se aboga por las actuaciones encaminadas hacia la gestión empresarial de la Prevención de Riesgos Laborales.

3.1. Introducción.

¿Cuáles son los costes que las empresas del sector de la Construcción han de asumir derivados de la siniestralidad laboral? En este capítulo se revisan los métodos de valoración de los *costes de la Seguridad y Salud en las empresas del sector de la Construcción*. También se presentan la *definición de cada uno de los costes y su clasificación* como elementos necesarios para elaborar la propuesta, que figura en el Capítulo 6 de esta Memoria de Tesis, de un nuevo *método de cálculo* para los costes de la Seguridad y Salud en la Construcción, así como algunos indicadores para la gestión de los mismos

Toda actividad preventiva pretende reducir la siniestralidad laboral, es decir, los incidentes, accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo cuyas causas y características han sido analizadas en el capítulo anterior a éste. Sin embargo, para convencer a las empresas del sector sobre la conveniencia de la Prevención de Riesgos Laborales, es necesario suministrarles las herramientas que confirmen que es mucho más rentable “prevenir que curar”, es decir, que la Prevención es una inversión y no un coste empresarial (San Román, 2009).

Las consecuencias económicas de la siniestralidad laboral repercuten tanto en los trabajadores afectados, como en las empresas o en la sociedad en su conjunto, como ponen de manifiesto la mayoría de los trabajos realizados en el ámbito de los costes relacionados con la Seguridad y la Salud en las empresas⁶.

De acuerdo con Riel e Imbeau (1996), el cálculo de los costes de la Seguridad y Salud en las empresas, desde la perspectiva de la toma de decisiones, presenta una serie de dificultades, tales como la complejidad de las partidas que conforman este coste, la ausencia de datos e información⁷ adecuada para los gestores y la inexistencia de un modelo contable diseñado a tal efecto en la empresa.

Como señala Andreoni (1986), la mayoría de las empresas han centrado sus esfuerzos en la determinación de los costes derivados de la ocurrencia de un accidente, sin prestar atención al análisis del coste correspondiente a las medidas de preventivas. Además, como ponen de manifiesto Brody *et al.* (1990), los costes ocasionados por las consecuencias de un accidente no están identificados íntegramente en las empresas, debido a la existencia de costes ocultos que son difíciles de evaluar, al no estar recogidos como partidas diferenciadas en el sistema informativo contable. En consecuencia, Brody *et al.* (1990) argumentan que los gestores de las empresas tienden a subestimar los costes referidos.

Como destaca Laufer (1987), otra dificultad añadida en el cálculo de los costes de los accidentes surge por la peculiaridad en la recogida de los datos correspondientes que se puede producir:

- en distintos momentos de tiempo: cuando ocurre el accidente, cuando se sustituye al trabajador o cuando se incorpora el trabajador recuperado;

⁶ Pueden consultarse a tal efecto: Heinrich, 1931, Simmonds y Grimaldi, 1963, Brody *et al.* 1990, Laufer, 1977, Andreoni, 1986; Dorman, 2000; Riel e Imbeau, 1996, Rickhardsson, 2005 y Jallon *et al.*, 2011, entre otros.

⁷ La dificultad de la recopilación de información se confirma en otros estudios como los de Laufer (1986) o el estudio realizado por fuentes secundarias (San Roman, 2009), donde se afirma, en el mismo sentido, que los costes no están definidos de forma concreta y precisa de ahí que resulte difícil la caracterización de los datos y su análisis.

- en distintos espacios: en el lugar del accidente, en el centro de atención médica o en los departamentos administrativos de la empresa;
- por diferentes organizaciones: la propia empresa, la Seguridad Social o las compañías de seguros.

Dada la complejidad del cálculo de costes de los accidentes, como señala Andreoni (1986), los modelos diseñados tradicionalmente para el análisis de estos costes, se habían limitado a una identificación y clasificación de los mismos sin entrar en su distribución o asignación de forma que permitiera justificar la inversión en prevención de riesgos (Riel e Imbeau, 1996, 1997, 1998). De acuerdo con Leopold (1987) y Rikhardsson (2004), cada empresa debería adaptar esta clasificación a sus circunstancias particulares.

Sin embargo, son numerosos los trabajos que confirman la importancia del control de los costes de la Seguridad y Salud en las empresas como instrumento para mejorar, no sólo la gestión de la prevención de riesgos, sino también la rentabilidad de la empresa⁸. En efecto, una mejora en la Prevención, probablemente, redundará en una disminución de los accidentes y, en consecuencia, de los costes que de ellos se derivan.

En este sentido se manifiesta Dorman (2000), cuando argumenta que la prevención de los accidentes debería reducir los costes asociados a las malas condiciones de trabajo y, por consiguiente, de acuerdo con Andreoni (1986), la inversión en medidas preventivas redundaría en la mejora del beneficio empresarial, por la reducción en el número total de accidentes y en su coste.

En el caso español, la Encuesta Nacional de la Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas⁹ (INSHT, 2009) pone de manifiesto, en relación a la gestión de la Seguridad y Salud:

- En el 87.7% de los centros de trabajo en los que se han producido accidentes de trabajo en los dos últimos años, no disponen de datos sobre su repercusión económica.
- En los casos en los que se dispone de información sobre el coste derivado del accidente de trabajo, éste se limita a la cuantía de las *cuotas a la Mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales o INSS* (82.3% de los centros con accidentes de trabajo en los últimos dos años).
- Con mucha menor frecuencia, se contabiliza el coste de las actividades destinadas a la prevención de riesgos laborales (17.2%), el coste no asegurado derivado de la disminución de la producción (15.6%) y el coste no asegurado de tiempos perdidos por compañeros y mandos (14.2%).
- Finalmente, los costes por pérdidas de imagen y de mercado sólo se estiman en el 4% de los centros.

⁸ Pueden consultarse, entre otros autores: Andreoni (1986), Riel e Imbeau (1996), Dorman (2000), Oxenburgh & Marlow (2005) y Bergstorm (2009).

⁹ Encuesta realizada a los responsables de empresas de diferentes sectores económicos, pertenecientes a todo el territorio nacional (a excepción de Ceuta y Melilla), que tenían, al menos, un trabajador dado de alta en la Seguridad Social. Entre ellas, en relación al objeto de nuestro trabajo, resulta destacable el grupo de 401 empresas que pertenecen al sector de la Construcción.

Otros resultados de este estudio que resultan destacables a los efectos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

- El 67.5% de las empresas planifica las actividades preventivas.
- El 51% de las empresas investiga los accidentes.
- Tan sólo el 4% de las empresas tiene como objetivo empresarial la mejora de la gestión de la Prevención, siendo el aumento de la productividad y la calidad del producto los objetivos prioritarios en la mayoría de ellas.

En esta encuesta se admite también por los entrevistados, como razones principales para prevenir los riesgos laborales, el cumplimiento de la legislación vigente (84.6%) y la mejora de las condiciones de trabajo junto con la garantía de la Seguridad y Salud de los trabajadores (77.8%); sin embargo, las razones económicas, es decir, la reducción de costes en la empresa, apenas tienen repercusión (5.7%) como incentivo para la Prevención.

Por otro lado, según se desprende de nuestro estudio, la mayoría de las empresas encuestadas no disponen de información sobre el coste de la Seguridad y Salud, ni el relativo a la Prevención, ni el derivado de la ocurrencia del accidente, por lo que no pueden incorporar estas variables como claves para la gestión de la Prevención. A nuestro juicio, resulta necesario que las empresas integren en sus sistemas de gestión: el cálculo, el análisis y el control de los costes de Seguridad y Salud, al objeto de mejorar sus sistemas de información para la toma de decisiones.

Como punto de partida de nuestra investigación, se ha llevado a cabo una revisión teórica de las aportaciones de los autores más relevantes, en relación al análisis de los costes de la Seguridad y Salud en empresas constructoras que se presenta a continuación. Posteriormente, realizamos una propuesta para la clasificación de los costes de la Seguridad y Salud en las empresas del sector de la Construcción, que, a nuestro juicio, permitirá mejorar la gestión y el control de dichos costes. Esta afirmación está basada en que cada una de las categorías que se proponen constituye un objeto de cálculo adecuado para el suministro de información útil para la toma de decisiones en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

3.2 Delimitación de los costes de la Seguridad y Salud en la empresa y métodos de cálculo.

Podemos comprobar que no existe un modelo universal y generalizable para el cálculo del peso económico de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. De hecho, los diferentes estudios, artículos científicos y documentación técnica consultada se centran, fundamentalmente, en el cálculo de los costes de la siniestralidad laboral que se generan tras la materialización de los accidentes de trabajo (San Román, 2009).

En este epígrafe aparecen bien diferenciados dos subepígrafes. En el primero, se presentan los modelos desarrollados en instituciones y organismos públicos. En el segundo, se reflejan los derivados de las diversas investigaciones llevadas a cabo sobre el particular hasta la fecha.

3.2.1. Métodos para calcular los costes de accidentes laborales correspondientes a instituciones y organismos públicos en Europa y España.

3.2.1.1. Método del HSE, 1995.

- Objetivo.

Este método fue desarrollado por el Health & Safety Executive en 1995 y 1996. Utiliza los criterios de los seguros para clasificar los costes (HSE, 1995) y los clasifica en costes directos e indirectos, según sean o no cubiertos por el Seguro.

Considera las siguientes clases de costes:

- Costes individuales del accidente de trabajo y enfermedades laborales. Son los costes “humanos” que se traducen en costes financieros. Por ejemplo, las pérdidas de sueldo o gastos adicionales como medicinas, traslados al hospital para tratamientos, etc.
 - Costes a los empresarios. Resultan de las ausencias en el trabajo, de las nuevas contrataciones, de los daños materiales, de los daños en equipos y las compensaciones a los Seguros.
 - Costes a la sociedad. Sólo se consideran los costes directos que incluyen los sufragados por el accidentado y sus familiares y los empresarios directamente afectados. A su vez, se dividen en pérdidas de producción y otros costes de daños, administración, tratamientos médicos o investigaciones de accidentes y costes humanos.
- Metodología.

Para cada uno de los conceptos englobados en la anterior tipología, se definió una metodología de estimación. Así, por ejemplo, para los gastos extras en medicinas, una vez estimado el coste de la unidad de medicina prescrita, se consideraba que sólo se prescribiría una receta a aquellos trabajadores de menos de cinco días de baja y otra receta extra para los de más de cinco.

Esta metodología se llevó a cabo en empresas en el Reino Unido y se calcularon los costes de los accidentes estableciendo la proporción entre el coste asegurado y el coste no asegurado en las empresas de dicho país.

- Resultados.

La proporción entre los costes asegurados y el coste de las pérdidas, no aseguradas, consecuencia del accidente, varió entre 1:8 y 1:36. Lo cual significa que por cada libra que las empresas británicas pagaban por las primas de seguros, las empresas tendrían que asumir entre ocho libras y treinta y seis libras más por las pérdidas causadas por el accidente. La aplicación más interesante del método se desarrolló en una empresa constructora en la que la proporción fue de 1:11; es decir, por cada libra que se recuperaba de la compañía aseguradora se habían generado 11 libras que no eran recuperadas.

3.2.1.2. Método TYTA, 1995.

- Objetivo.

Este método fue desarrollado por el Ministerio de Asuntos Sociales y Salud de Finlandia entre 1995 y 1998. Se implementó para formar a inspectores y a empresas dedicada a la inspección laboral. Permite analizar los costes relacionados con el absentismo debido a enfermedades y accidentes en el trabajo.

El método TYTA permitió la implementación de un programa informático mediante el cual es posible explicar y evaluar los costes debido a las bajas por enfermedad, accidentes, rotación laboral y la discapacidad y los costes de la Seguridad y Salud en el trabajo anualmente. Esta herramienta de análisis de costes es aplicable a las grandes empresas en las que el número de bajas por enfermedad y accidentes es alto.

- Metodología.

El método TYTA se aplicó, como experiencia piloto, en una empresa de coches en las que las bajas por enfermedad y los accidentes estaban siendo elevadas durante un periodo de tiempo comprendido entre 1995 y 1997.

Considera las siguientes categorías de costes:

- Coste del absentismo laboral. Es el debido a una enfermedad. Considera el coste directo e indirecto del día de ausencia.
- Coste del accidente. Es la compensación de las ausencias por accidente o las horas perdidas por compañeros.
- Pensión por discapacidad y rotación de personal.

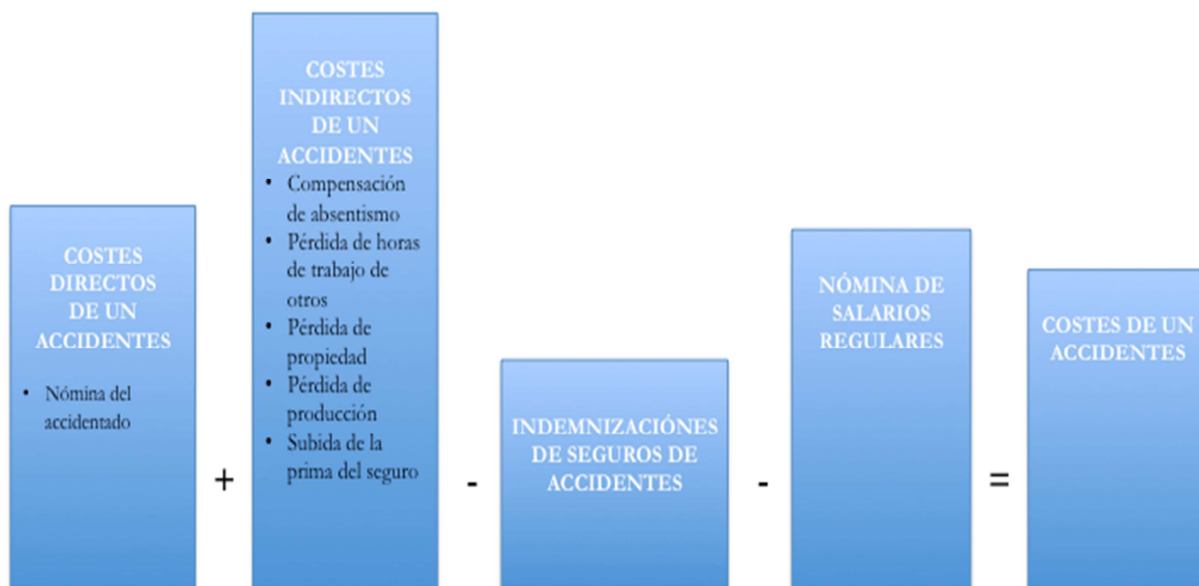


Gráfico 3.1. Clasificación costes.

Fuente: Ministerio de Asuntos Sociales y Salud. Finlandia 1990.

El programa calcula los costes directos por accidente y propone estimar los indirectos teniendo en cuenta la proporción directo/indirecto (Gráfico 3.1). La proporción anterior se obtiene de

datos históricos para cada tipo de accidente y, en ocasiones, por las experiencias de otras organizaciones. Se requieren muchos datos para obtener proporciones adecuadas. A su favor tiene que es un método muy preciso.

- Resultados.

La herramienta permite la estimación de los costes de los accidentes y establecer la relación entre los costes directos e indirectos. Dado que esta relación difiere para diferentes tipos de accidentes (por ejemplo, para las caídas de altura en comparación con los accidentes de tráfico), la relación tiene que ser calculada para diversos tipos.

El estudio determina que los costes más dominantes en el cálculo de los costes del accidente son los debidos al absentismo laboral o los días de baja por el accidente.

Durante la experiencia piloto, los días de baja se redujeron en dos tercios del número que se registró en 1995. Así mismo, en la empresa en la que se llevó a cabo la experiencia piloto, el número de días de baja se mantuvo por debajo de la media de los días de baja del resto de empresas incluidas en el proyecto de supervisión.

3.2.1.3. Evaluación de los costes de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales hecha por el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo del INSHT, 2001.

- Objetivo.

Tomando como base el estudio desarrollado por el *Health and Safety Executive*, -en lo que sigue, HSE-, en 1993: *The cost of accidents at work*, el *Centro Nacional de Condiciones de Trabajo* llevó a cabo su estudio en distintas empresas de diferentes sectores de actividad, (Gil, 2001). Para ello, partía de una definición amplia de accidente que incluye no sólo accidentes con baja o sin baja, sino también aquellos que ocasionan únicamente daños materiales e, incluso, los incidentes o “interferencias en el sistema productivo”.

- Metodología.

El cálculo de los costes de los accidentes que se llevó a cabo tiene su base, además de en el estudio citado anteriormente del HSE, en trabajos desarrollados por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Español (MTAS, 1991) –concretamente, por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en sus *Notas Técnicas de Prevención 273 y 540-*.

Se parte de un cuestionario con diez apartados que tienen como objetivo cuantificar una serie de partidas que se ven afectadas por los accidentes e incidentes que ocurren en la empresa. Se recogieron datos de 902 accidentes de distintos sectores de actividad.

Para facilitar el cálculo, se agrupan los costes en distintas categorías: costes de oportunidad y costes financieros.

Costes de oportunidad: trabajo improductivo.

- Costes de mano de obra directa e indirecta. Se calculan a partir del número de horas retribuidas, y no trabajadas, por los empleados afectados como consecuencia directa del accidente.
- Pérdida de negocio.

Costes financieros: costes de explotación adicionales.

- Costes materiales de producción. Corresponden a los costes derivados del material relacionado con el proceso productivo que ha resultado dañado o perdido a causa del accidente. Si el material está asegurado, la prima pagada se considerará un coste asegurado, aunque si, como resultado de la siniestralidad, se produce un incremento de la prima, esta proporción debería tratarse como un coste no asegurado.
 - Incremento del coste de producción. Se debe a la estimación del coste para recuperar el tiempo perdido por los accidentes.
 - Costes generales. Corresponden a todas las partidas no vinculadas directamente al proceso productivo, pero que también se verán afectadas por el accidente laboral sufrido por el trabajador de la empresa. Cada empresa deberá profundizar en su análisis y cálculo, ya que las posibles partidas afectadas pueden suponer costes de importancia económica extraordinaria. Estos costes, según diferentes autores, serán difícilmente imputables a un accidente en concreto, por lo que se recomienda la utilización de registros temporales y detallados para cada accidente o incidente.
- Resultados.

La metodología desarrollada por el MTAS, parte de un cuestionario previo donde se recogen distintos ítems que permiten el cálculo de los factores que componen el coste directo de producción y que pueden cumplimentarse para cada accidente o incidente.

Asimismo, y como las pérdidas reales ocasionadas por el accidente son, en la mayoría de los casos, aleatorias, se ofrece, para cada uno de los tipos de coste analizados, la posibilidad de valorar la pérdida máxima potencial, en términos razonables. Para ello se clasifican los accidentes en las siguientes categorías:

1. Con daños similares a los ocurridos.
2. Con daños mayores a los ocurridos.
3. Con daños mucho mayores o catastróficos.

De este modo se dispondrá de una información básica sobre las posibles consecuencias en caso de que se produzca una repetición del mismo tipo de accidente.

En los resultados del estudio español, la proporción entre accidentes con lesión y accidente sin lesión fue, aproximadamente, 1:1. Este resultado es justificado en el estudio como debido “a la escasa cultura preventiva de las empresas españolas”, que tiene como consecuencia la falta de transparencia de los datos aportados por trabajadores -que consideran los incidentes como fallos personales- y la falta de inclusión de los accidentes en las finanzas de la empresa.

3.2.1.4. Método SACA, 2002.

- Objetivo.

Este método fue desarrollado por la Aarhus School of Business y los consultores de PriceWaterhouseCoopers en Dinamarca (Rikhardsson & Impgaard, 2004). Está basado en el diagrama en árbol de las consecuencias del accidente y el modelo de Riel e Imbeau (1996).

Calcula el coste de las consecuencias del accidente, centrándose únicamente en el coste de las empresas.

- Metodología.

Se realizó el ensayo en nueve empresas. En cada uno se eligieron tres tipos de accidentes según sus severidad (graves, leves, e incidentes) y fueron analizados en profundidad. En el proyecto SACA se analizaron 27 accidentes, de 30 actividades distintas.

En primer lugar, se realiza una clasificación de los costes en:

1. Costes debidos a la ausencia del trabajador accidentado.
2. Costes de comunicación.
3. Costes de administración: adquisición de componentes de maquinaria o iniciativas de formación.
4. Costes de las iniciativas de prevención.
5. Costes de los disturbios ocasionados: formación del sustituto, pérdida de ingresos o reducciones en la producción.
6. Otros costes. Por ejemplo, como las multas.

- Resultados.

Encontraron que en cada uno de las categorías de coste el porcentaje medio de cada categoría ascendía a:

1. Costes debido a la ausencia del trabajador, suponía como media el 65% del total del coste del accidente de las empresas.
2. Costes de la comunicación de la información, un 4% del total del coste del accidente.
3. Costes de administración, un 13% del total del coste del accidente.
4. Costes de las medidas de prevención, un 3% del total del coste del accidente.
5. Costes de las pérdidas de producción, un 14% del total del coste del accidente.
6. Otros costes, un 1% del total del coste del accidente.

Entre las ventajas de este método destaca la combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas con el uso de *checklists*, entrevistas y talleres que dan mayor fiabilidad al método. También destaca el hecho de que estas técnicas de recogida de datos no se realizan en tiempo real.

3.2.1.5. Método OSALAN, 2003.

- Objetivo.

A partir de los datos de los accidentes graves, muy graves y mortales ocurridos en la Comunidad Autónoma del País Vasco en el año 2003, De la Peña y Fernández llevaron a cabo el estudio de los costes de los accidentes de mayor gravedad.

- Metodología.

Realizaron un cuestionario estructurado en cinco partes: datos del suceso, costes de personal, costes de daños materiales, costes de prevención y otros costes.

El cuestionario se envió a 405 empresas en las que se había materializado alguno de los 435 accidentes. De la muestra de 435 accidentes graves, muy graves y mortales registrados en el *Resumen Estadístico de Siniestralidad laboral de Accidentes de Trabajo*, se recabó información relativa a los costes que había generado, según el cuestionario propuesto por las autoras, de 149 de los accidentes.

- Resultados.

Por un lado, se obtuvo un perfil estadístico de los accidentes graves, muy graves y mortales de la Comunidad Autónoma (edad, sexo, antigüedad en la empresa, etc.). De la extrapolación de los datos de coste de los 149 accidentes, las autoras concluyen:

«La media de días de baja de los accidentes, graves y muy graves, asciende a 160 y la media de horas perdidas por accidente es de 24.45.

La pérdida de una empresa por accidentes graves, o muy graves, asciende a 10307€, por accidente mortal a 35580.74€ y los daños materiales a 5960.18€.

El coste de las medidas preventivas adoptadas tras los accidentes ha sido de 512.64 € en el caso de accidentes graves y muy graves, y de 2388.11 € en el caso de los mortal.»

Dentro de estos modelos de cálculo que han sido revisados para nuestra investigación en la literatura científica especializada en costes derivados de la siniestralidad laboral, para el cálculo de los accidentes de la muestra de estudio, hemos elegido el método desarrollado por el Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral (OSALAN) que, a su vez, utiliza como referencia el método desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en su *Nota Técnica de Prevención NTP 273*.

Para calcular los costes de un accidente utiliza el protocolo siguiente:

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL COSTE DE ACCIDENTES DE TRABAJO			
DATOS DEL SUCESO			
Nombre del trabajador:			
Nombre de la empresa:			
Fecha:			
Días de baja:			
¿Como consecuencia del accidente se ha producido algún tipo de incapacidad permanente?			
<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Tipo de incapacidad:			
COSTE DEL PERSONAL			
1. Horas perdidas por el accidentado (el día del accidente)	Horas	Coste horario	Total
			0,00
2. Horas perdidas por otros compañeros (el día del accidente)	Horas	Coste horario	Total
- Puesto 1:			0,00
- Puesto 2:			0,00
- Puesto 3:			0,00
- Puesto 4:			0,00
- Puesto 5:			0,00
3. Horas perdidas por los mandos y técnicos (el día del accidente)	Horas	Coste horario	Total
- Puesto 1:			0,00
- Puesto 2:			0,00
- Puesto 3:			0,00
- Puesto 4:			0,00
- Puesto 5:			0,00
4. Horas perdidas por los mandos, técnicos, delegados de prevención, etc. (Días posteriores al accidente)	Horas	Coste horario	Total
- Puesto 1:			0,00
- Puesto 2:			0,00
- Puesto 3:			0,00
- Puesto 4:			0,00
- Puesto 5:			0,00
5. Mejoras voluntarias a la prestación por Incapacidad Temporal	Días	Importe diario	Total
			0,00
6. Cotizaciones a la Seguridad Social (por parte de la empresa)	Días	Importe diario	Total
			0,00
COSTE DE DAÑOS MATERIALES			
7. -Edificios e instalaciones	Horas	Coste horario	Total
Reparación por el Servicio Interno			0,00
Materiales			0,00
Reparación por el Servicio Externo			0,00
8. Maquinaria, Herramientas y equipos de trabajo	Horas	Coste horario	Total
Reparación por el Servicio Interno			0,00
Materiales			0,00
Alquiler o compra de equipos			0,00
Reparación por el Servicio Externo			0,00
9. Materias primas, productos terminados o semitransformados			Total
Coste x N° unidades dañadas			0,00
10. Pérdidas de producción			Total
Producción prevista-Producción real			0,00
11. Incremento de costes para mantener la producción			Total
Horas extras			0,00
Contratación y formación del reemplazante			0,00
Contratación y subcontratación de obras y servicios			0,00
Otros costes			0,00
COSTES DE PREVENCIÓN			
12. Coste de las medidas adoptadas para evitar la repetición del accidente			0,00
OTROS COSTES			
13. Responsabilidad Administrativa: importe de las sanciones			0,00
14. Responsabilidad en materia de Seguridad Social: recargos de prestaciones			0,00
15. Responsabilidad civil: Indemnizaciones (abonadas directamente por la empresa)			0,00
16. Coste de Defensa Jurídica (abogados, peritos, etc..)			0,00
17. Otros costes			0,00
OBSERVACIONES (*)			
(*) Actuaciones pendientes de resolución final que pueden dar lugar a costes añadidos (sentencias, juicios, etc)			
COSTES TOTALES			0,00

Imagen 3.1. Protocolo para calcular los costes de accidentes/incidentes del Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral.

Fuente: OSALAN, 2005.

3.2.1.6. Método EUROSTAT, 2004.

La Comisión Europea impulsó la Estrategia sobre Salud y Seguridad en el trabajo 2002-2006, con el objetivo de promover la cultura preventiva a través de varios instrumentos políticos. En esta estrategia se marcó un objetivo orientado a mejorar el conocimiento sobre los costes económicos y sociales de los accidentes y enfermedades de origen laboral. Por ello, en el marco de esta estrategia se desarrolló un modelo piloto para estimar los costes de la siniestralidad laboral.

El modelo fue desarrollado con el objetivo de facilitar a las empresas, administraciones y organismos o profesionales relacionados con la Prevención de riesgos, una visión cuantitativa sobre el coste total de los accidentes y así poder documentar los beneficios potenciales de una Prevención de riesgos eficaz.

- Metodología:

En primer lugar se recopiló y analizó la información disponible sobre los costes de los accidentes laborales y los factores que influyen sobre estos. Se identificaron tres modelos útiles: el modelo TYTA de Ministerio de Asuntos Sociales y Salud de Finlandia, el modelo de cálculo de costes de accidentes de British Telecom y el modelo del HSE de Reino Unido.

A partir de estos tres modelos se planificó un estudio que recogería, con la ayuda de un cuestionario, información sobre el coste de los accidentes a dos niveles: empresas y víctimas de accidentes laborales.

El modelo fue aplicado a la información estadística sobre accidentes de trabajo de Eurostat (ESAW) con el propósito de estimar el coste de los accidentes de trabajo en los estados miembros de la Unión Europea.

Los datos de referencia que fueron utilizados como base por Eurostat para estimar el coste de los accidentes laborales fueron:

1. La base de datos European Statistics on Accidents at Work – en lo que sigue, ESAW- que tomó como referente el año 2000 y los datos de 15 estados miembro de la UE.
2. Una encuesta realizada en 2003 a empresas de Italia, Luxemburgo y Portugal.
3. La base de datos New Cronos, de referencia de Eurostat, que fue utilizada para estimar los costes laborales por actividad económica y país.

La estimación de los costes de los accidentes de trabajo en los 15 estados miembros fue calculada en dos fases:

- 1.- Se estimaron los costes, inmediatos o a corto plazo, que genera un accidente laboral con resultado de baja menor a un año.
- 2.- Se estimaron los costes, a largo plazo, que genera un accidente laboral con resultado de baja mayor a un año.

- Resultados.

Este estudio estima que el coste total de los accidentes laborales en la Unión Europea en 2000 se situó en 55 mil millones de euros, el 0.64% del PIB de la Unión Europea. El 88% de los costes se deben al coste derivado de los días de baja.

En relación al caso español (Eurostat, 2004), los costes de los accidentes de trabajo ascendieron en 2000 a 5644 millones de euros. Esto suponía en torno al 1% del PIB de España en 2000 (580673 millones de euros).

Los problemas de salud relacionados con el trabajo causan entre 1.6 y 2.2 más de días de baja que los accidentes de trabajo (Eurostat, 2004).

3.2.2. Métodos de cálculo de costes de accidentes laborales correspondientes a trabajos de investigación científica.

Los estudios sobre el control de *costes de la Seguridad y Salud*¹⁰ que realizan las empresas tienen su origen en las investigaciones de Heinrich quien, en 1930, estableció una relación entre los costes directos e indirectos que se derivaban de los accidentes de trabajo (Heinrich, 1930). A partir de sus aportaciones, otros autores desarrollaron métodos para el cálculo de los costes de la Seguridad basados en la valoración económica de los accidentes.

Se conoce como “costes de la Seguridad” a las partidas correspondientes a aquellas acciones preventivas llevadas a cabo con el objetivo de garantizar la seguridad y la salud de quienes trabajan en cualquier empresa, más aquellas otras partidas que se derivan del fracaso de las acciones llevadas a cabo para garantizarla, así como otros costes extraordinarios derivados de catástrofes o de situaciones que no son controlables ni técnica ni humanamente.

La revisión teórica que sigue pretende delimitar dichos costes abordando las aportaciones más relevantes que, a lo largo de las últimas décadas, han realizado los diversos autores que han investigado sobre el análisis y control de los costes de la Seguridad y Salud en las empresas. Figura al final del Capítulo 6 una síntesis de la revisión teórica realizada.

Los primeros estudios se centraron en los costes que se derivaban de las consecuencias de los accidentes, tanto los producidos en el trabajo, como los accidentes *in itinere*. Posteriormente, se desarrollaron estudios cuyo objetivo fue clasificar los costes de la seguridad, e identificar los costes directos, los indirectos, así como los costes asegurados y los no asegurados (Dorman, 1998). Actualmente, se abordan estudios en los que se identifican y clasifican los costes de la Seguridad y Salud y se dan herramientas que permiten la toma de decisiones en la gestión empresarial.

De acuerdo con Rikhardsson (2004), los estudios sobre los costes de la Seguridad y Salud en la empresa se podrían englobar en dos categorías (Rikhardsson, 2004a):

- I. Estudios cuyo objetivo es la valoración de los costes de las consecuencias de un tratamiento deficiente de la Seguridad y la estimación de los costes de los accidentes.
- II. Estudios cuyo objetivo es la cuantificación de la diferencia económica existente entre los costes de la implementación de las medidas para prevenir la seguridad y la salud de los trabajadores y los costes de los efectos, positivos o negativos, que de la implantación de esas medidas se derivan.

¹⁰ En adelante les denominaremos costes de seguridad.

En la literatura consultada predominan los estudios de coste que se engloban en el primer apartado, y son menos los estudios de coste que se dirigen a la evaluación de las consecuencias económicas de las iniciativas de prevención de la Seguridad y Salud. En esta segunda categoría, las consecuencias que normalmente se estudian son, entre otras, la reducción del número de días de enfermedad o los cambios en la actitud de los trabajadores hacia las medidas de Seguridad y Salud.

Dentro de la primera categoría señalada, es decir, dentro del grupo de estudios centrados en los costes de la Seguridad y Salud que analizan las consecuencias de una deficiencia en esta materia, se diferencian dos enfoques:

- *Estudios de costes basados en las primas de seguros del accidente.* En esta categoría, para el cálculo de los costes de los accidentes, se clasifican los costes en función de si son, o no, reintegrados por las compañías de seguros, y las categorías de clasificación del coste del accidente se definen de antemano según las consideraciones de las compañías aseguradoras. Entre ellos destacamos las aportaciones de Heinrich en 1931 y Grimaldi & Simmonds en 1963.
- *Estudios de coste basados en las actividades de gestión.* Este segundo grupo se basa en la gestión empresarial y en cómo el conocimiento y el cálculo de los costes de la Seguridad puede ayudar a las empresas en la toma de las decisiones necesarias para evitar, o minorar, dichos costes. En estos estudios, el enfoque principal son las actividades que se acometen en las empresas previas al acontecimiento de un accidente o un incidente y su valoración económica. Por tanto, las distintas categorías de clasificación del coste no son tan rigurosas como en los estudios anteriores y el esfuerzo se centra en la documentación de las actividades que dieron lugar al acontecimiento y la valoración económica de su coste. Entre ellos destacamos a Laufer y Leopold en 1987 y Wallach en 1977.

Teniendo en cuenta esta clasificación, presentaremos aquellos métodos de cálculo de costes que, a nuestro juicio, han aportado alguna variación significativa para controlar el coste derivado de la prevención de la Seguridad y Salud.

3.2.2.1. Estudios basados en las primas de seguros.

3.2.2.1.1. Propuesta de Heinrich.

En 1931 H.W. Heinrich fue pionero en el estudio de los costes relacionados con los accidentes. En su opinión, los empresarios invertían en Seguridad y Salud con la motivación de reducir los costes de los accidentes (Heinrich, 1931).

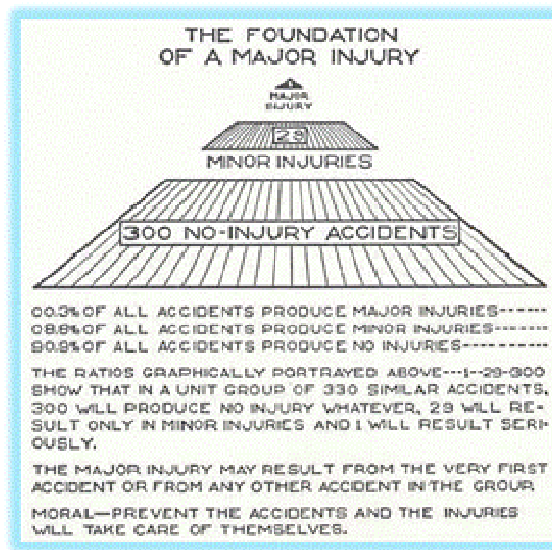


Imagen 3.2. Pirámide de Heinrich.

Fuente: H.W. Heinrich, Industrial Accident Prevention.

En la imagen original El fundamento de las lesiones mayores o graves, Heinrich indica:

«El 0.03% de todos los accidentes producen lesiones graves; el 0.08% de todos los accidentes produce lesiones menores; y el 90.9% de todos los accidentes no produce lesiones.

Los ratios representados arriba (1-29-300) indican que en un grupo de 330 accidentes similares, 300 no producirán lesiones, 29 provocarán sólo lesiones menores y 1 las provocará graves.

La lesión grave puede resultar del primer accidente o en cualquier otro.

Moral - Evita que los accidentes y las lesiones se ocupen de ellos mismos”

Heinrich centró su investigación en los datos de accidentes ocurridos en los años 20, obtenidos de las compañías aseguradoras de los Estados Unidos. Tras analizarlos, pudo comprobar que por cada unidad monetaria de inversión en Seguridad, el empresario gastaba cuatro veces más en la compensación de los accidentes al tener que dispensar ayuda al accidentado, trasladarlo al hospital o indemnizar al trabajador.

Además, como muestra el Imagen 3.2, por cada accidente grave que provocaba una lesión incapacitante, se producían 29 lesiones leves que necesitaban de una cura y 300 accidentes que no causaban lesiones, pero sí daños a la propiedad. Este planteamiento se conoce como “Pirámide de Heinrich” y fue el origen de una nueva filosofía en el estudio de los costes de los accidentes. A partir de este momento empezaron a contemplarse unos costes que hasta entonces no habían sido tenidos en cuenta. (Heinrich, 1931).

En la Tabla 3.1 se recogen otros estudios que desarrollaron, posteriormente, planteamientos similares:

ESTUDIO	Heinrich (1931)	Bird (1974)	British Safety Council (1975)	Tye & Pearson (1974)	Fletcher (1972)
MUESTRA	1500 empresas	297 empresas	2000 empresas	1.000.000	50 unidades similares
ACCIDENTES GRAVES	1	1	1	1	1
ACCIDENTES MENOS GRAVES	29	10	50	3	19
ACCIDENTES LEVES (SÓLO PRIMEROS AUXILIOS)				50	
SIN LESIONES	300	600	400	400	175
DAÑOS MATERIALES		30	80	80	

Tabla 3.1. Otros estudios basados en la pirámide de accidentes de Heinrich.
Fuente: Elaboración propia.

Heinrich clasificó los costes de los accidentes laborales en directos e indirectos.

- *Costes directos* son los costes de compensación de los accidentes; es decir, todas aquellas partidas cubiertas por los seguros de accidentes que la empresa tiene contratados.
- *Costes indirectos* son los costes derivados del accidente que no estaban asegurados. Heinrich los llamó también costes ocultos asociados al accidente. Dentro de esta categoría se recogen una serie de costes originados por el accidente en sí que, normalmente, al no aparecer explícitamente recogidos de forma diferenciada en sus sistemas contables, resultan invisibles para los empresarios, como pueden ser los costes derivados de la baja moral de los trabajadores tras haber sufrido un accidente laboral, la rotura de máquinas y equipos relacionados con el accidente, la falta de formación inicial de los trabajadores o los retrasos y pérdidas en el suministro de pedidos entre otros. (Ver Tabla 3.2).

COSTES DIRECTOS	COSTES INDIRECTOS
Curas al accidentado	Baja moral
Hospitalización	Rotura de máquinas y daños causados
Indemnizaciones	Formación trabajadores nuevos.
	Pérdida de pedidos
	Tiempo perdido por compañeros y mandos
	Tiempo remunerado y no trabajado
	Gastos generales....

Tabla 3.2. Clasificación de costes de Heinrich.
Fuente: Elaboración propia.

A título de ejemplo, Heinrich (1931) señala como costes indirectos de un accidente, aquellos costes que la empresa sigue soportando durante la ocurrencia del accidente, tales como la energía, la calefacción o la luz, costes que el autor propone asignar al accidente, en la parte proporcional que le corresponda, en tanto que representan costes que no han sido causados por la actividad productiva sino por el accidente.

A partir de los resultados de su investigación, Heinrich (1931) estableció una relación lineal constante entre los costes directos y los costes indirectos, según la cual los costes indirectos representaba cuatro veces los costes directos derivados del accidente (Heinrich, 1959):

$$\frac{\text{Coste directo}}{\text{Coste indirecto}} = \frac{1}{4}$$

El valor de dicha relación constante, variaba según la zona geográfica en la que se encontraba ubicada la actividad laboral, su grado de desarrollo, su actividad y según la dimensión de la empresa. Con frecuencia, el valor que dicha relación obtuvo fue igual a 4.

El coste total de los accidentes laborales se obtendría de la suma de los costes directos y los indirectos, de ahí que la expresión quedara:

$$Ci = 4 \times Cd$$

Al sustituir Ci , de la fórmula anterior, por su valor, se obtiene:

$$CT = Cd + 4 \times Cd \Rightarrow CT = 5 \times Cd.$$

En definitiva, el coste total del accidente, CT , quintuplica los costes directos, Cd .

Un *iceberg* es una buena imagen para visualizar esta relación. A los costes de los accidentes les sucede lo mismo que al volumen de un *iceberg*: la parte visible es la cuarta parte del total. De acuerdo con Heinrich (1959), Bird (1974) y Rikhnardsson (2004), la parte visible representaría los costes directos, mientras que la parte oculta englobaría los costes indirectos de los accidentes laborales.

A pesar de que Heinrich insistió en que esta relación estaba basada en un estudio de datos estadísticos, las compañías de seguros la adoptaron para estimar los costes de sus pólizas de accidente, aunque dicha relación fue desestimada muy pronto (Monnery, 1999)

3.2.2.1.2. Propuesta de Simmonds y Grimaldi.

Simmonds y Grimaldi han sido dos investigadores que han trabajado en el campo de estudio de los costes indirectos de los accidentes. El primero en publicar resultados fue Simmonds, en 1955. Ocho años después, en 1963, surge la colaboración con Grimaldi. Juntos analizaron los costes indirectos de los accidentes, llegando a la conclusión de que eran cuantiosos, a la vez que cuestionaron la relación bivariante que había desarrollado Heinrich (Simmonds, 1955, Simmonds, Grimaldi, 1963).

Las críticas de estos autores a la relación propuesta por Heinrich se fundamenta en las siguientes razones:

- *Discrepancias en la clasificación.* Para Heinrich (1931) los costes directos eran únicamente los gastos médicos y no contabilizaba la diferencia entre la prima de seguros y la

reclamación del accidentado, que entendían Simmonds y Grimaldi (1956) que eran costes directos que debían tenerse en cuenta.

- *No aplicabilidad.* En un estudio realizado por los autores en más de 2000 accidentes no se encontró ninguna relación entre los costes directos y los indirectos
- *Veracidad.* Tras el estudio anterior, Simmonds y Grimaldi (1963) defendieron que los costes indirectos eran independientes de los directos por lo que no se podía establecer una relación de proporcionalidad.

En 1984, Simmonds y Grimaldi clasificaron cuatro tipos de accidentes, según su gravedad, y asignaron a cada uno de ellos su coste promedio no recuperable en cada categoría, entendiendo por tales aquellos que no estaban cubiertos por el seguro (Simmonds & Grimaldi, 1984).

Posteriormente clasificaron los costes, en *costes asegurados* o recuperables y en *costes no asegurados* o no recuperables, según que los cubriese un seguro o no. Esto les llevó a hacer una clasificación más cercana con la realidad de la que hiciera Heinrich (ver Tabla 3.3).

COSTES ASEGURADOS	COSTES NO ASEGURADOS (CONTABILIZADOS O NO)
Cubiertos por las primas de seguros	No cubiertos por las primas de seguros

Tabla 3.3. Clasificación de costes de Simmonds y Grimaldi.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con este planteamiento el coste total del accidente será la suma de ambos conceptos, dando lugar a la siguiente expresión:

$$\text{Coste del accidentes} = \text{Coste asegurada}(Ca) + \text{Coste no asegurada}(Cna)$$

Los costes asegurados son fáciles de determinar (Sun *et al.*, 2005; Paez *et al.*, 2006), en tanto que se derivan de las primas satisfechas a las empresas aseguradoras. En su investigación los autores aportaron los siguientes valores como referencia para el cálculo de los costes asegurados de los accidentes:

TIPO DE ACCIDENTE	VALOR DE REFERENCIA
CASOS CON PERDIDAS DE HORAS DE TRABAJO	\$465
CASOS EN LOS QUE SE REQUIERE TRATAMIENTO MÉDICO	\$115
CASOS EN LOS QUE SE REQUIERE DE PRIMEROS AUXILIOS	\$25
DAÑOS MATERIALES	\$850

Tabla 3.4. Valoración de los costes fijos de los accidentes según tipologías.
Fuente: Elaboración propia.

Por el contrario, el cálculo de los costes no asegurados¹¹ plantea una mayor dificultad, por lo que propusieron la siguiente metodología:

- Los accidentes se clasifican según los anteriores tipos $A1, A2, A3, A4...etc.$ Esto obliga a la empresa a llevar una estadística del número de veces que se produce cada clase de accidente ($n_{A1}, n_{A2}, n_{A3}, n_{A4}, etc.$).

$A1.$ Accidentes que producen daños cuya consecuencia es una incapacidad total.

$A2.$ Accidentes que producen daños que requieren un tratamiento médico.

$A3.$ Accidentes que producen daños que requieren primeros auxilios pero que el trabajador vuelve a su puesto de trabajo antes de 8 horas.

$A4.$ Accidentes que sólo producen daños materiales.

- Se ha de calcular el coste medio no asegurado de cada accidente del tipo $A1, A2, A3$ o $A4$ que haya acaecido. Se representarán como $C1, C2, C3, C4... etc.$
- El coste total sería:

$$CT = Ca + C1 \times n_{A1} \times A1 + C2 \times n_{A2} \times A2 + \dots + Ck \times n_{Ak} \times Ak$$

Observación: k es el número de tipos de accidentes considerados en la clasificación.

Simmonds y Grimaldi estimaron en 485\$, en el año de 1982, el coste no asegurado asociado a cada día de baja producida como consecuencia de un accidente, mientras que los costes no asegurados asociados a accidentes sin lesiones ascendían a 850\$ por día; con un promedio mucho más elevado de estos últimos (Simmonds, 1955, Laufer, 1987). En sentido contrario Howard (1964) determinó los costes de los accidentes en siete empresas y señaló que si bien los casos de accidentes con pérdida de tiempo de trabajo eran más caros (13.70£) que los accidentes que solo requerían primeros auxilios, sin embargo resultan menores (0.70£) que los accidentes sin pérdida de tiempo (716£). Imre (1976), utilizando la misma metodología que Simonds y Grimaldi, obtuvo resultados esencialmente similares.

Las críticas más importantes a este método del cálculo del coste total por categorías de accidentes laborales son:

1. La falta de consideración de la incidencia de cada accidente dentro de cada clase o categoría en el coste y la ausencia de precisión (Andreoni, 1986)¹².
2. Al aumentar el número de categorías de accidente disminuía el error en la asignación y aumentaba la dificultad de cálculo del método. (Riel y Imbeau, 1998).
3. Al considerar sólo cuatro categorías se dificultaba la clasificación de los accidentes, especialmente en el caso de que las consecuencias de los accidentes se extendieran en largos períodos de tiempo.

¹¹ Los costes denominados no asegurados por los autores, corresponden a los costes indirectos que identificara Heinrich (1931), pero con exclusión de los siguientes costes: disminución de la productividad de los demás trabajadores, la parada de la máquina y los gastos de calefacción, electricidad y alquiler (Gosellin, 2004).

¹² Estudios posteriores han demostrado la existencia de la relación entre la incidencia de los accidentes en cada categoría y los costes no asegurados (Páez, 2006).

3.2.2.2. Métodos basados en las actividades de gestión.

A continuación nos centramos en el segundo grupo de métodos de cálculo, concretamente en aquellos estudios de los costes de la Seguridad y Salud que se basan en las actividades de gestión que se llevan a cabo previamente a la ocurrencia de los accidentes y/o incidentes y en su valoración económica. Entre estos métodos existen algunos con metodologías de clasificación de los costes similares a los expuestos en el epígrafe anterior como el de Andreoni (1986) y el de Wallach (1977), mientras que los otros tienen en consideración otros conceptos como la motivación empresarial o el análisis coste beneficio.

En este epígrafe se presentan métodos en los que los datos de referencia se toman de las empresas directamente, al contrario que los métodos anteriores en los que los valores de referencia se tomaban de las compañías aseguradoras.

3.2.2.2.1. Método de Wallach.

El método de cálculo propuesto por Wallach es similar al de Simmonds y Grimaldi (1956). Wallach propone el estudio de los costes no asegurados de los accidentes laborales, a partir de la suma de las pérdidas ocasionadas por los accidentes, en cada uno de los siguientes elementos que intervienen en la producción: mano de obra, maquinaria, material, instalaciones y tiempo empleado (Wallach, 1977).

- Mano de obra. Refleja el coste del tiempo perdido por los trabajadores que hayan intervenido en el accidente.
- Maquinaria. Hace referencia al coste de los daños producidos en la maquinaria y en las herramientas o equipos de trabajo.
- Material. Refleja las pérdidas de material, así como de la producción acabada o en proceso de fabricación.
- Instalaciones. Se trata de los costes de los daños producidos en edificios e instalaciones.
- Tiempo empleado. Corresponde al coste de las horas de trabajo perdidas a causa del accidente.

Para Wallach el coste total será la suma de los costes de las pérdidas producidas en cada elemento de producción, a causa del accidente.

3.2.2.2.2. Propuesta de Laufer.

En 1986, Laufer, basándose en el estudio que realizaron Levitt *et al.* (1981)¹³, se propuso investigar los costes no asegurados de las pequeñas y medianas empresas constructoras en Israel, las cuales constituían la mayor parte de las empresas de aquel país (Laufer, 1987).

¹³ Levitt, Parker y Samuelson realizaron un estudio para la Universidad de Stanford por medio del que analizaron los costes en los accidentes del sector de la Construcción. Eligieron una muestra pequeña de 49 accidentes ocurridos en Estados Unidos en empresas constructoras de gran tamaño y llegaron a la conclusión de que los costes totales de los accidentes en el sector podían llegar a ser mayores del 3% del total de los costes del proyecto y que suponían un 10% de los costes laborales. Estos porcentajes se obtuvieron para las

Laufer pretendía demostrar que los costes de los accidentes eran elevados, para poder así motivar a los empresarios israelíes a invertir en Seguridad y Salud. En un estudio previo que también realizó en Israel (Laufer & Rektor, 1986), demostró que las empresas no disponían de programas de Seguridad y Salud, que los ejecutivos desconocían las medidas de seguridad en sus empresas y que los dirigentes del sector de la Construcción no tenían en cuenta los costes de los accidentes o, si los consideraban, suponían que su importe era muy bajo. Esto apoyaba la creencia de diversos autores que defendían que en la medida en que la alta dirección empresarial desarrollase un papel activo en la Seguridad y Salud de los trabajadores, estaría garantizado el mayor o menor éxito en la de prevención de accidentes laborales en la empresa (Levitt & Parker, 1976).

La primera dificultad que Laufer se encontró fue la elección de una metodología adecuada para la *recogida* de datos de los accidentes, debido a las siguientes causas:

- La recogida de datos se realiza en diferentes periodos de tiempo:
 1. Cuando ocurre el accidente.
 2. Cuando se sustituye al trabajador.
 3. Cuando se incorpora el trabajador recuperado.
- La recogida de datos se realiza en distintos espacios:
 1. En el lugar del accidente.
 2. En el centro de atención médica.
 3. En las oficinas de la empresa en la que ocurre el accidente.
- La recogida y el tratamiento de datos se realiza por diferentes organizaciones:
 1. La empresa constructora
 2. La Seguridad Social.
 3. Las compañías de seguro.

Por otro lado, el *tipo* de datos obtenidos condicionaba el método de análisis estadístico. Laufer utilizó tanto métodos cuantitativos como cualitativos para analizar con mayor rigor los datos recogidos de los accidentes. Para ello, tuvo que elaborar diversos cuestionarios para la recogida de los datos, así como realizar observaciones *in situ* y entrevistas semiestructuradas, empleando las mismas preguntas sobre costes que usara Levitt en Estados Unidos.

El tamaño de la muestra utilizada por Laufer fue de 210 accidentes. Con ella pretendía reflejar claramente la realidad de la siniestralidad en el sector de la Construcción en Israel. Los resultados mostraron que:

- Había una débil relación entre la gravedad del accidente y su coste.

condiciones económicas y de gestión que existían en aquel momento en EE.UU (Levitt, Parker & Samuelson; 1981). Para obtenerlos, partieron de los datos de accidentes de las compañías de seguros, y presentaron una metodología de cálculo del coste de los accidentes en la construcción, en función de la naturaleza del daño y de la parte del cuerpo lesionada, como inputs, y los días de baja, como outputs (Levitt & Parker, 1976).

- Un incremento en el número de días de baja daba lugar a un incremento insignificante en los costes no asegurados del accidente.

Laufer (1987) consideró las siguientes categorías para el cálculo de los costes no asegurados (ver Tabla 3.5):

- Costes del accidente por pérdidas de horas de trabajo.* Se deben a una menor eficiencia del trabajador accidentado tras su reincorporación, a la pérdida de tiempo del equipo después del accidente y a la pérdida de productividad del equipo por la sustitución del trabajador.
- Salarios complementarios.* La Seguridad Social solo cubría el 75% del salario del trabajador y no cubría los dos primeros días de baja (para accidentes de más de 12 días de baja). Algunas empresas en Israel aportaban el 25% restante, pero con criterios desiguales.
- Daños a la propiedad.* Se deben a los daños que se generan a los equipos de trabajo, materiales y construcciones como consecuencia del accidente.

El cálculo del coste no asegurado del accidente, de acuerdo con la propuesta de Laufer, será la suma de los tres apartados anteriores, esto es, los costes por pérdidas de horas de trabajo, los salarios complementarios y los daños a la propiedad. De este modo Laufer obtuvo que en Israel los costes no asegurados suponían 0.76% de los costes laborales, equivalentes al 0.14% de los costes totales del proyecto, frente a los valores que obtuviera Levitt et al. (1981) en Estados Unidos: el 2% y 0.25%, respectivamente.

Por todo lo anterior, Laufer concluyó que los costes no asegurados no eran significativos como para motivar la inversión en prevención, o como para dar lugar a un cambio en la actitud y en el comportamiento de los empresarios de la Construcción.

COSTES ASEGURADOS	COSTES NO ASEGURADOS
Cubiertos por las primas de seguro.	Salarios complementarios
	Daños a la propiedad
	Pérdidas de horas de trabajo.

Tabla 3 5. Clasificación de costes de accidentes de Laufer.
Fuente: Elaboración propia.

Para la clasificación de costes que propuso, Laufer se apoyó en la clasificación previa de Simmonds y Grimaldi. Este autor defendió la clasificación de los costes de los accidentes en costes asegurados y no asegurados para el estudio de los aspectos económicos del accidente, pero se cuestionó su aplicabilidad en el cálculo del coste de los accidentes sin lesión. Estos accidentes presentaban la dificultad de su vigilancia y seguimiento¹⁴.

¹⁴ Anteriormente Simmonds y Grimaldi (1956), para evitar la falta de rigor en el cálculo de los costes de los accidentes sin lesión, habían propuesto realizar un estudio especial en los accidentes sin daños y establecer un ratio para la empresa en el que se relacionara los accidentes sin lesión con los accidentes con baja (R).

Diversos autores habían comprobado que, la relación existente entre los accidentes sin lesión y los accidentes con baja, *R*, propuesta por Simmonds y Grimaldi, era muy variable y podía oscilar desde 30:1 a 500:1 (Pekkarinen & Anttonen, 1989), proporción utilizada posteriormente por Laufer y otros autores:

$$R = \frac{\textit{Accidentes sin lesion}}{\textit{Accidentes con baja}}$$

En España los resultados de *R* en un determinado periodo resultó 1:1 (INSHT, 2001).

Laufer, tras analizar los problemas de la recogida de los datos de los accidentes, la escasa influencia de los costes de los accidentes en la motivación de los responsables de la construcción y la variabilidad de *R*, propuso un cambio en la tendencia de los estudios de los costes de los accidentes y sugirió clasificar los mismos en *controlables e incontrolables*.

COSTES CONTROLABLES	COSTES INCONTROLABLES ¹⁵
Costes asegurados (costes fijos de seguros).	Costes no asegurados
	Costes asegurados variables, que dependen del rendimiento en seguridad de la empresa.

Tabla 3.6. Clasificación de Costes de Laufer (2).
Fuente Elaboración propia.

3.2.2.2.3. Propuesta de Leopold y Leonard.

En 1972, el Comité Británico Robens encargó al Ministerio de Seguridad y Salud que promoviera las investigaciones sobre los costes de los accidentes en las empresas marcándose, fundamentalmente, dos objetivos:

- 1.- Rentabilizar la implementación de recursos públicos en la prevención de accidentes.
- 2.- Rentabilizar la implementación de los recursos de las empresas en la prevención de los accidentes.

En 1987, Leopold y Leonard centraron sus investigaciones en este segundo objetivo. Tomaron una muestra de 2100 accidentes en la construcción, estratificados por la gravedad del accidente. Llevaron a cabo encuestas a los empresarios y a los accidentados, representando así a todos los sectores de trabajo dentro de la industria y a todas las zonas de trabajo de Gran Bretaña. Clasificaron los costes de los accidentes incluyendo únicamente aquellos que, a su parecer, soportaba directamente el empresario, es decir, excluyendo las pérdidas de producción a largo plazo, que según los autores, son costes que recaen en la sociedad y en las víctimas, en la sociedad por la producción que ha dejado de recibir y que supondrá un ascenso en los precios del producto y en las víctimas por la menor calidad de vida del accidentado durante la

¹⁵ Para Laufer son incontrolables, ya que algunas empresas tienen poco o ningún control sobre esa parte de la prima del seguro (Laufer, 1987).

discapacidad, así como otros gastos subjetivos. Estas dos últimas categorías de coste suponen la cuantía más importante en los costes para la sociedad (Leopold & Leonard, 1987).

Los autores proporcionaron un método para estimar el coste de los accidentes que se pudiera mostrar con claridad en los informes contables de la empresa, de ese modo el empresario podría utilizar las mismas técnicas y mecanismos de gestión con los accidentes, que con otras actividades de la empresa, como los sistemas de calidad o el control de los suministros y las compras.

Así, consideraron:

1. Costes directos: aquellos costes que la empresa asume como consecuencia directa del accidente y que suponen un desembolso para el empresario. Por tanto son aquellos que la empresa puede conocer de forma clara su valor en términos monetarios, sin necesidad de recurrir a ningún criterio de reparto.
2. Costes indirectos: aquellos costes que soporta la empresa como consecuencia del accidente, pero que no pueden ser identificados y medidos de forma inmediata y directa, puesto que corresponden a factores que no suponen desembolsos adicionales, tales como las pérdidas por el tiempo no aplicado del personal, los retrasos en la producción, o las horas extras del personal. Esta dificultad para su identificación y medida favorece que las empresas renuncien a su control.

Los componentes del coste que se utilizaron para calcular las estimaciones globales de los costes de los accidente son los que aparecen en la Tabla 3.7.

COSTES DIRECTOS	COSTES INDIRECTOS
Pagos al accidentado tras el accidente: el día del accidente y los días de baja, prorrateo paga de vacaciones, pagos ex gratia.	Tiempo de parada tras accidente.
Costes no asegurados: aumento estimado de la prima de responsabilidad derivada del accidente.	Duración del retraso de producción.
Daños a equipos: costes de reparaciones, re alquileres o sustitución del equipo y daños no asegurados.	Tiempo de trabajos de reparación.
Costes legales: abogados, peritos y otros.	Tiempo del personal acompañando al accidentado al hospital.
	Tiempo del personal investigando el accidente.
	Horas extras de personal administrativo.
	Horas extras de personal de gestión.

Tabla 3.7. Clasificación de costes no Asegurados de Leopold y Leonard.
Fuente: Elaboración propia.

El estudio se realizó sobre la base de entrevistas a los empresarios, por lo que los autores decidieron eliminar aquellos componentes del coste sobre los que los empresarios hubieran podido realizar estimaciones poco fiables.

En este sentido, los costes excluidos de su propuesta fueron los siguientes (Leopold y Leonard, 1987):

1. Los costes intangibles, el daño en las relaciones con otras empresas o mala publicidad y sus consecuencias para atraer clientes.
2. Aquellos costes generados por algunas empresas que son soportados por todas las del sector. Son los denominados *efectos externos* ya que aunque surgen en las actividades internas de una determinada empresa, sus efectos se sienten en otras empresas del sector como, por ejemplo, el alto nivel promedio de las primas de seguros en el sector de la Construcción¹⁶.
3. Los costes de administración y gestión, como son el coste de las horas trabajadas en la investigación del accidente o en la asistencia a juicios, entre otros. Estos costes, que tradicionalmente aparecían como componentes del coste directo, sólo se incluirían cuando el accidente supusiera horas extras para los trabajadores de administración y gestión.

3.2.2.2.4. Propuesta de Andreoni.

Andreoni (1986), en su análisis del coste de la Seguridad y Salud diferenció, en el coste derivado de la gestión de cada uno de los riesgos de ocurrencia de un accidente, los siguientes componentes:

1. Costes de prevención: generados por el conjunto de medidas de prevención aplicadas, gracias a las cuales se elimina una parte del riesgo.
2. Costes asegurados del accidente: la cuantía del coste del accidente cubierta por el seguro.
3. Costes no asegurados del accidente: la cuantía del coste del accidente no cubierto por ningún seguro, o la parte del riesgo empresarial asociado a la gestión de cualquier empresa.

Además, el autor desarrolló un método detallado para la estimación de los costes de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Para ello propuso las siguientes categorías de accidentes:

- 1.- Accidentes que tiene como consecuencia son lesiones que permiten que el trabajador vuelva a reanudar el trabajo.
- 2.- Accidentes que ocasionan una incapacidad para trabajar igual o inferior al periodo de inhabilitación (tiempo en el que el trabajador recibe el subsidio de la Seguridad Social).
- 3.- Accidentes que provocan una incapacidad para trabajar superior al periodo de inhabilitación.

Su propuesta de cálculo del coste del accidente incorpora una clasificación de costes diferenciando entre costes fijos y variables:

¹⁶ Empresas con peores niveles de siniestralidad hacen subir la prima de seguros del resto de empresas de la Construcción.

COSTES FIJOS	COSTES VARIABLES
Coste fijo de la Prevención	Coste variable de la Prevención
Coste fijo del seguro	Coste variable de seguros
	Coste variable de accidentes y enfermedades
	Coste de daños materiales
	Coste de naturaleza excepcional (incontrolables)

Tabla 3.8. Clasificación de costes de Andreoni.
Fuente: Elaboración propia.

- a) Costes fijos: no dependen del número de accidentes ni de su severidad. A su vez, los divide en:
- Coste fijo de prevención (Gfp): el coste de gestión de la Seguridad y Salud o el coste de los equipos de protección individual entre otros.
 - Coste fijo del seguro (Gfs): tanto si el seguro es voluntario como si es obligatorio.
- b) Costes variables: dependen de la ocurrencia de los accidentes y de las enfermedades profesionales que se produzcan. A su vez los divide en:
- Coste variable de prevención (Gvp): información y formación, investigación de los accidentes o inspecciones de Seguridad y Salud.
 - Coste variable de los seguros (Gvs): depende de las compañías aseguradoras y de los niveles de accidentalidad de las empresas.
 - Coste variable de accidentes y enfermedades (Ge): tratamiento médico.
 - Coste de daños materiales (Gp): daños materiales asociados al accidente.
 - Coste de naturaleza excepcional (Gm): aquellos costes de prevención incontrolables.

Analíticamente, la propuesta de cálculo del coste del accidente de Andreoni será la suma de todos los conceptos de coste anteriormente señalados:

$$GT = Gfp + Gfs + Gvp + Gvs + Ge + Gp + Gm.$$

Con este planteamiento, el autor sugería no valorar únicamente los costes de las consecuencias de los accidentes, sino también los costes iniciales de incorporar medidas de prevención en la empresa.

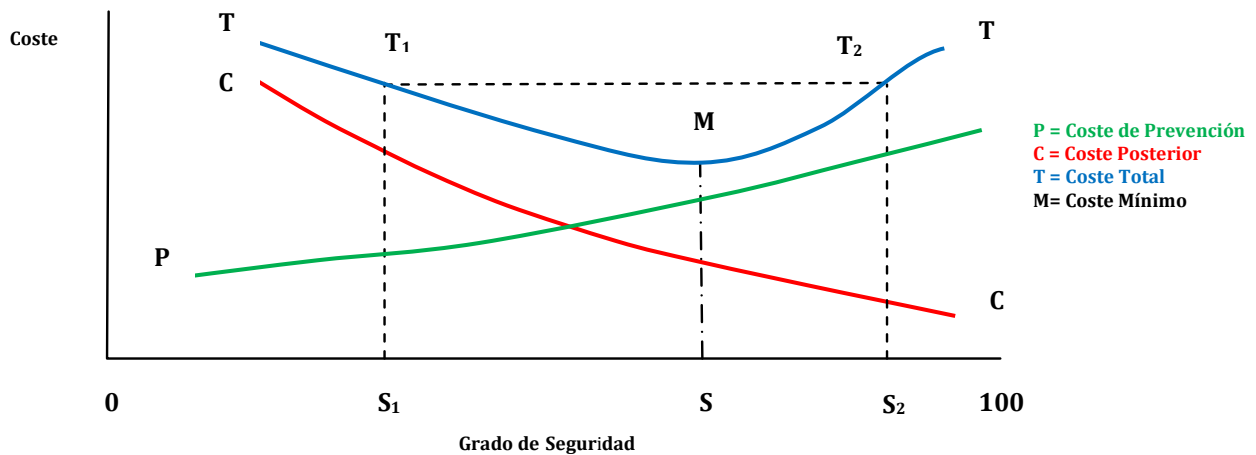


Gráfico 3.2. Costes de Prevención y Costes Totales.
Fuente: Andreoni 1986.

Andreoni representó las curvas teóricas de los costes del accidente y de las enfermedades profesionales, como podemos ver en el Gráfico 3.4. En dicho gráfico se observa como la curva de los costes totales de los accidentes (C) desciende a medida que aumentan los niveles de la Seguridad. Por su parte, la curva que representa los costes de la prevención (P), aumenta con los niveles de seguridad en la empresa. Si sumamos ambas curvas de coste obtenemos la curva T, que representa los costes totales para la empresa, es decir, el coste del accidente o la enfermedad más el coste de las medidas de prevención necesarias para evitarlo. El punto M es el mínimo de la curva de costes totales (T) para un cierto nivel de seguridad. Los incrementos de los costes de la Prevención, a partir de ese momento, no suponen minoración en los costes totales de los accidentes.

3.2.2.2.5. Propuesta de Veltry

En 1990, Veltry puso de relieve que, el modo en el que eran recogidos y analizados los datos de los accidentes, no permitía su estudio económico, ni la toma de decisiones orientada a la reducción de sus costes directos. Por ello, Veltry sugiere que, para que la información de los costes de los accidentes sea fácilmente analizada, se relacione esta información con ratios habitualmente utilizados en la interpretación económica y financiera como son, por ejemplo, el coste directo de los accidentes con los beneficios, los ingresos de explotación, las unidades de producción o el presupuesto.

Veltry justificó la elección del coste directo, como variable más apropiada para la toma de decisiones en la reducción de accidentes, apoyándose en la importancia atribuida a esta magnitud en las decisiones del ámbito empresarial.

El coste directo lo definió como la medida y valoración de los recursos económicos que, normalmente, son necesarios para hacer frente a las siguientes partidas:

- a) el seguro médico,
- b) el seguro de responsabilidad y
- c) el importe de las reclamaciones.

Y para el cálculo de los costes directos recomendó tener en cuenta tres premisas:

- 1) El impacto que tienen los accidentes en la productividad y en el coste de cada puesto de trabajo resulta proporcional al grado de implicación de los gestores de la empresa en el análisis, en la toma de decisiones, y en el control de los accidentes.
- 2) Enjuiciar la participación de los responsables de la actividad en la que ha ocurrido dicho accidente en los costes de los accidentes.
- 3) El enfoque multidisciplinar, y en todos los niveles de gestión, para que las decisiones que se tomen reduzcan los efectos económicos y financieros de los accidentes.

Una vez delimitado el contenido de los costes directos, Veltry propuso un modelo para calcular la repercusión económica del coste directo del accidente, al objeto de implicar a los empresarios en el control de los costes de los accidentes. Este modelo lo aplicó en una operación llevada a cabo por la Marina en la costa oeste de Oregón en Estado Unidos y obtuvo que, el importe realmente necesario para cubrir los costes del accidente habría sido, aproximadamente, según su desarrollo matemático, el doble de los costes directos atribuidos al accidente en esta operación obtenido con los datos aportados por el Departamento Financiero de la Marina.

3.2.2.6. Propuesta de Brody *et al.*

En 1990, Brody *et al.*, analizaron las motivaciones del empresario para invertir en Seguridad y Salud. Partían de la idea de que los empresarios solían subestimar los costes de los accidentes, así como, el ahorro potenciales de una menor siniestralidad. Según el autor, este hecho se debía a una falta de información y al desconocimiento de los costes indirectos de los accidentes¹⁷. Al desconocer el empresario los costes totales asociados a los accidentes, tampoco podría analizar la rentabilidad potencial de la inversión en prevención, a no ser con un análisis coste beneficio de los costes explícitos¹⁸, por lo que no parecía justificado que los empresarios invirtieran en Prevención voluntariamente.

Por otro lado, la motivación tampoco vendría dada por la obligación empresarial del cumplimiento legal en materia preventiva, ya que las sanciones coercitivas del estado eran insuficientes como para obligar a elegir al empresario por un modelo de prevención u otro.

Por todo ello, el autor recomendaba buscar otra justificación para la inversión en Seguridad y Salud que no fuese únicamente la motivación de rentabilizar dicha inversión o el cumplimiento legal, sino que al objeto de reducir los costes de la siniestralidad debiera ser también una motivación. En esta línea Brody *et al.* afirmaron en su investigación que: «las repercusiones económicas de los accidentes de trabajo para la empresa son proporcionales a su nivel de riesgo de sufrir un accidente. Un incremento en los costes de los accidentes debería producir una reacción en la contención del gasto» (Brody, Létourneau & Poirier, 1990).

¹⁷ El autor considera costes indirecto a aquel coste oculto que la empresa no atribuye a los accidentes.

¹⁸ El autor considera explícitos aquellos costes medibles en unidades monetarias.

La investigación de Brody *et al.* delimitó el coste de Seguridad y Salud (CSS) como la suma de dos componentes (Brody, Létourneau & Poirier, 1990), apoyándose en la clasificación que aportara Andreoni (1986):

- a. Los costes de la Prevención correspondientes a las medidas preventivas llevadas a cabo antes de que ocurra el accidente y que se clasifican en:
 - I. Fijos: independientes de los índices de accidente.
 - II. Variables: proporcionales a la frecuencia y severidad de los accidentes.
 - III. Imprevistos: medidas no consideradas en un procedimiento o un diseño nuevo de maquinaria.
- b. Los costes de los accidentes correspondientes a los que se materializan cuando ocurre el accidente, teniendo en cuenta que algunos conceptos de este coste podrán estar representados antes y después de su ocurrencia como, por ejemplo, los gastos de seguros que están presentes siempre¹⁹.

Dentro de esta última categoría, además, se distingue entre:

1. Los costes directos de los accidentes. Considerados por el autor como las cuotas de los seguros, ya que los adquieren las empresas para cubrir las reclamaciones tras un accidente concreto y los clasifica en:
 - Fijos: independientes del número y de la severidad del accidente.
 - Variables: que dependen de su nivel de accidentalidad. Algunas empresas tienen una parte de la prima de seguros que es variable y función de su nivel de accidentalidad. Las empresas mediante las mejoras en sus sistemas de prevención pueden controlar esta parte de la prima de su seguro, de ahí que el autor los denomine también costes *controlables*.
2. Los costes indirectos de los accidentes. Considerados por el autor como los que normalmente no se atribuían al accidente concreto ni a los accidentes en general sino que, o bien eran absorbidos por el trabajador, o bien no se establecía ningún mecanismo contable para su control.

Tras su investigación, Brody *et al.* anunciaron que, según sus estudios, la relación de los costes indirectos en relación a los costes directos, era de 0.83: 1. No obstante, defendieron que esta relación se trataba de un promedio y por lo tanto, sería muy diferente si se calculaba para un sector particular. Además, argumentaron que existían otros tres factores que tenían un efecto significativo en los costes indirectos como: el tamaño de la empresa, la capacidad de producción y la edad del trabajador. Por otro lado, plantearon que ciertos elementos, tales como el tamaño del departamento de seguridad, la naturaleza y el grado de la lesión o la formación general de los trabajadores, presentan un impacto poco relevante sobre los costes indirectos.

De acuerdo con los resultados de su estudio, los costes indirectos promedio oscilaron entre 317\$ para la industria de la madera y el mueble y, sin embargo, alcanzaba 2236\$ para la minería.

¹⁹ En contra de la opinión de Heinrich, que en 1931, consideraba las primas de seguros como costes post-accidente.

Brody *et al.* (1990) clasificaron los costes indirectos en seis categorías

1. Costes salariales, formados por el salario del accidentado el día del accidente, así como los correspondientes a los compañeros que le asisten y acompañan.
2. Los daños materiales, la reparación de maquinaria, las materias primas y los productos terminados deteriorados. En caso de que la reclamación al seguro supusiera una prima mayor, provocarían también una diferencia que a su vez sería un coste indirecto.
3. El tiempo de los administradores ²⁰. Cuando ocurre un accidente, los administradores desempeñan un trabajo extra investigando el accidente, atendiendo a personal externo, reorganizando la producción y desatendiendo su trabajo programado.
4. Las pérdidas de producción atribuibles tanto al día del accidente como al menor rendimiento de la persona incorporada para sustituir al accidentado.
5. Otros costes no cubiertos por el seguro, como los primeros auxilios, el traslado al hospital, o los gastos de los juicios o auditorias.
6. Intangibles o costes no cuantificables: como la pérdida de imagen, las relaciones laborales deterioradas, la disminución de la moral en el lugar de trabajo y la prima compensatoria.

COSTES ACCIDENTE	COSTES PREVENCIÓN
Costes directos asegurados (parte fija y parte variable).	Costes fijos: equipamiento necesario para condiciones mínimas de Seguridad.
Costes indirectos: costes salariales, costes de los daños materiales, costes del tiempo de administración, pérdidas de producción, costes intangibles y otros costes.	Costes variables: proporcionales a la frecuencia y severidad del accidente.
	Costes imprevistos: medidas imprevistas en diseño de equipos o maquinarias o adaptaciones a la legislación, añadidas a la ejecución.

Tabla 3.9. Clasificación de Costes de Brody *et al.*
Fuente: Elaboración propia.

Una vez clasificados y definidos los costes de seguridad, Brody *et al.* (1990) desarrollaron un modelo de cálculo de los costes indirectos de la prevención de accidentes. Recordemos que los costes de Seguridad y Salud los definió como la suma de los costes de los accidentes (AC) más los costes de prevención (PC). Puesto que, para obtener un mayor ahorro en los costes de los accidentes, el empresario debe llevar a cabo un mayor gasto en prevención, para alcanzar un determinado nivel de seguridad, un aumento en AC debería inducir a la empresa a invertir más en Prevención.

De acuerdo con Brody *et al.* (1990), los costes totales de los accidentes, son imperceptibles por el empresario ya que subestiman los costes indirectos de los mismos. Los empresarios, calculan

²⁰ En contra de otros autores como Simmonds y Grimaldi (1956) o Leopold y Leonard (1987).

el coste de los accidentes en función de la *realidad percibida* por ellos (ACp), los autores sugieren que para que los empresarios se acerquen más al coste del accidente real (ACr) deberían conocer y calcular los costes indirectos de los accidentes. De este modo, las decisiones de los empresarios en relación a la inversión en prevención serán más cercanas a las necesidades reales.

Sin embargo, mientras, la prima de seguros representa un coste explícito, los costes indirectos están ocultos o atribuidos a otras cuentas, por lo que Brody *et al.* (1990) consideraron necesario diferenciar entre costes reales y costes percibidos (ACr y ACp), siendo:

- ACp= primas de seguros.
- ACr= primas de seguros + costes indirectos²¹.

3.2.2.2.7. Método de Riel e Imbeau. Método ABC. Método basado en las actividades.

Como en casos anteriores Riel e Imbeau analizan los costes de seguridad, valorando económicamente las actividades y las consecuencias que se generan en el accidente, baja la consideración de que la prevención de los accidentes, constituye un elemento clave para la justificación de la inversión en Seguridad y Salud. Su objetivo principal, era evaluar los efectos de la inversión en Seguridad y Salud (Riel e Imbeau, 1995a; 1995b; 1996; 1997).

Estos autores desarrollaron un método que aportaba un procedimiento más intuitivo de asignación de costes y que recogía una visión más amplia de la Seguridad y Salud, incluyendo tanto el diseño del lugar de trabajo, como las medidas de prevención de los accidentes.

A partir del análisis de los accidentes ocurridos en Quebec (Canadá) durante tres años, en empresas del sector industrial, los autores clasificaron los costes según las siguientes categorías²²:

- *Coste de los seguros*²³. En esta categoría incluyeron indemnizaciones por invalidez, gastos médicos o gastos legales.
- *Coste relacionado con el trabajo*. Donde incluyeron los costes de los retrasos, pérdidas de productividad y todos aquellos costes debido al trabajo llevado a cabo en peores condiciones.
- Coste de las consecuencias del accidente o de otras “perturbaciones”²⁴ derivados de:

²¹ A pesar de que los costes indirectos son aceptados por la mayoría de los autores, algunos en contra del razonamiento anterior de Brody *et al.*, concluyeron que los costes indirectos son tan pequeños que no es posible que estimulen las inversiones en Prevención por parte de los empresarios (Aaltonen y Soderqvist, 1988, Leopold y Leonard, 1987, Laufer, 1987).

²² Riel e Imbeau (1996) consideran obsoleta la clasificación de los costes en directos e indirectos, ya que estiman todos los accidentes de igual severidad y sobrestiman los costes asegurados asociados. También defendieron que dicha clasificación no tenía en cuenta algunos de los costes intangibles, con lo que se imputaba erróneamente los costes y por tanto no se obtenía información de su comportamiento.

²³ Para el cálculo de los costes asegurados llevaron a cabo un experimento en una compañía aeronaval en Canadá donde los costes asegurados se clasificaron en seis categorías de coste, en función de los costes de los accidentes (Riel, 1998).

- Consumo de materiales y bienes.
- Consumo de tiempo.
- Pérdida de horas de trabajo.
- Pérdida de producción.

Dentro de cada categoría distinguen entre *costes discretos* (si se devengan en un momento determinado) y los *costes periódicos* (si se devengan en repetidas ocasiones). Además, distinguieron otras categorías de coste dentro de cada uno de los grupos anteriores según fueran, medidos o no, en términos monetarios cuantificables e irreductibles, respectivamente, y, por último, intangibles²⁵.

CATEGORIAS DE COSTES.	COSTES ASEGURADO	COSTES DEL TRABAJO	COSTES DE LAS PERTURBACIONES
CUANTIFICABLE	Costes de los seguros	Costes de los estudios (contratados externamente) realizados a causa de una reducción en la productividad	Costes de los estudios (contratados externamente) realizados a causa de la ocurrencia de un incidente o accidente. Recolección de datos. Equipo nuevos. Resistencia de un puesto de trabajo.
IRREDUCTIBLE			
INTANGIBLE			Resistencia al cambio

Tabla 3.10. Componentes del coste de seguridad: discretos.
Fuente: Elaboración propia. Basado en Riel e Imbeau (1998)

CATEGORIAS DE COSTES.	COSTES ASEGURADO	COSTES DEL TRABAJO	COSTES DE LAS PERTURBACIONES
CUANTIFICABLE	Riesgo general de la empresa, medidos a posteriori en términos de consecuencias de la Seguridad y Salud: frecuencia, severidad...	Recuperación y demoras debidas al malestar, dolor, estrés...	Costes de un estudio interno sobre Seguridad y Salud. Costes de las pérdidas de tiempo o el sobreconsumo.
IRREDUCTIBLE	Recuperación y demoras debidas al malestar, dolor, estrés...	Efectos de cargas físicas y mentales. Efectos del régimen de trabajo.	Reorganización del trabajo. Costes de la no producción. Adaptación a nuevos equipos.
INTANGIBLE	Costes de oportunidad	Disminución de la motivación.	Ambiente de trabajo. Marketing.

Tabla 3.11. Componentes del coste de Seguridad: periódicos.
Fuente: Elaboración propia. Basado en Riel e Imbeau (1998)

²⁴ Los autores consideran en esta tipología coste de la *perturbación* a los costes de la reorganización del puesto de trabajo o de la reorganización de la producción entre otros.

²⁵ Representan entre otros los costes de oportunidad, de modo que, al tenerlos en consideración, se consigue una estimación de los costes más objetiva.

La metodología que proponían para el análisis de los efectos de la inversión en Seguridad pretendía justificar también la inversión en Ergonomía²⁶. Los autores consideraban que, el conocimiento de los costes del puesto de trabajo, permitiría calcular y justificar la inversión en Ergonomía²⁷ a los empresarios. En el procedimiento propuesto distinguían las siguientes fases:

1. Identificación de los costes de la Seguridad a través de registros de los costes de los accidentes y de entrevistas. Al objeto de justificar la inversión en la Seguridad, diferenciaban entre costes inevitables y prevenibles.
2. Identificación del comportamiento de los costes. Uno de los objetivos que persigue un empresario, es la obtención del beneficio, en términos de ahorro, que le reportará la inversión en la Seguridad. En este sentido los autores desarrollan un modelo de cálculo de los costes de la Seguridad basado en el sistema ABC (Activity-Based Costing)²⁸ o sistema de coste basado en las actividades. Este sistema de cálculo de costes permite examinar las relaciones (*funciones de coste*) existentes entre los costes cuantificables y los inductores de coste (*cost-drivers*) y, por otro lado, mantiene un criterio unificado para los distintos conceptos de coste. La función que rige el modelo es la siguiente:

$$C_p = \sum_i \left[\sum_r C_r q_i^r \right] a_p^i$$

Observaciones:

C_p es coste unitario, de cada objeto de coste p (\$/por unidad de p).

C_r es el coste unitario del recurso r consumido (\$/por unidad de recurso).

q_i^r es la cantidad de recurso r que se consume en la actividad i , medido a través de *resource drivers* del objeto p .

a_p^i es el número de veces que el objeto de cálculo consume la actividad i , que corresponde a la producción del objeto p , denominado *activity driver* del objeto p ²⁹.

3. Imputación, localización o asignación de costes. En esta fase el empresario podría conocer cuáles son los costes principales de una línea de producción o de un puesto de trabajo, para lo que, de nuevo, resulta útil la aplicación del ABC. Los autores también señalan como fundamental, en la toma de decisiones, el hecho de que cada *departamento* con este método se pueda responsabilizar de sus costes.

²⁶ Ergonomía: La Ergonomía es el estudio sistemático de las personas en su entorno de trabajo con el fin de mejorar su situación laboral, sus condiciones de trabajo y las tareas que realizan. El objetivo es adquirir datos relevantes y fiables que sirvan de base para recomendar cambios en situaciones específicas y para desarrollar teorías, conceptos, directrices y procedimientos más generales que contribuyan a un continuo desarrollo de los conocimientos en el campo de la Ergonomía (Singleton, 1982).

²⁷ Otros modelos económicos de justificación de la inversión se encuentran en Oxenburgh and Andressom (1992) *Productivity Model*.

²⁸ Modelo de contabilidad de costes basado en las actividades de producción. Permite analizar costes de difícil localización e imputación. Su principal motivación es que las actividades se gestionan antes de obtenerse los productos y que estas actividades consumen recursos.

²⁹ P como objeto de coste puede corresponder tanto como un lote de producción, como una obra de construcción o empresa entera.

4. Cálculo del flujo de caja que se deriva de la inversión o iniciativa que se vaya a evaluar. Los autores consideran que los beneficios de la inversión en Ergonomía son los costes evitados o ahorrados como consecuencia de la intervención en materia preventiva llevada a cabo.
5. Evaluación de los beneficios. Los ingresos pueden ser conocidos y calculados, así como sus efectos económicos a corto y largo plazo.
6. Evaluación de la inversión una vez llevada a cabo. Se trata de realizar auditorías que aporten información económica sobre los beneficios conseguidos.

Sin embargo y a pesar de esta metodología, aún podía existir costes que quedaran diluidos en los sistemas de contabilidad de las empresas que son denominados por los autores *costes ocultos*. Esta es una de las razones por las que es tan complejo el análisis de los costes de seguridad. Riel e Imbeau (1996) abogan para su conocimiento por un modelo de información económica eficaz, integrado en el sistema de gestión en el que se basan las decisiones de la empresa, que aporte la información necesaria, al objeto de rentabilizar las inversiones en prevención de riesgos laborales.

En síntesis para el análisis de los costes de la Seguridad en la empresa se requiere:

1. Un modelo económico que permita conocer la identificación, la imputación y la evolución de los costes (modelo ABC).
2. Un sistema de información económica integrado en el sistema de gestión, que permita la toma de decisiones.

3.2.2.2.8. Método del árbol de consecuencias del accidente, 1996.

- Objetivo.

Altonen *et al.* (1996) utilizan la técnica del diagrama en árbol de consecuencias para el análisis del coste de los accidentes. En primer lugar, para las empresas y, después, a nivel individual y de la sociedad en su conjunto. El objetivo que se plantea es el análisis de las consecuencias de los accidentes *ya que si estas se identifican erróneamente, los costes de los accidentes pueden subestimarse fácilmente*.

- Metodología.

En la metodología para hacer el análisis se distinguen los siguientes ítems:

1. Ocurre el accidente.
2. Se registran, en tiempo real, las consecuencias y las actividades que se desarrollan.
3. Se cuantifican las consecuencias. Por ejemplo, el número de horas o el de visitas.
4. Se identifican los precios unitarios de las “cantidades” anteriormente definidas.
5. Cálculo del coste (Uusi-Rauva *et al.*, 1988).

Se clasifican las consecuencias del accidente en:

- Pérdida de horas de trabajo, pago de los días de baja.
- Pérdida de activos a corto plazo, materiales y productos.

- Pérdidas de activos a largo plazo, máquinas y herramientas.
- Costes a corto plazo, transportes, consultores, multas.
- Pérdida de ingresos, tales como pérdida de contratos o la reducción de precios.
- Ingresos tales como los reembolsos de las compañías de seguros.
- Otros costes como cambios en las primas de seguros.
- Resultados.

Con los datos anteriores se forma el diagrama en árbol de consecuencias. La rama principal del árbol son los ítems de costes principales para: la empresa, la sociedad o el individuo. Cada rama se va dividiendo, tantas veces como sea posible y necesario, en función del conocimiento que se tenga del accidente. Una vez completado el árbol se procede a realizar los cálculos de costes derivados del accidente laboral.

El principal problema del método es la recogida de datos en tiempo real, lo cual limita su uso. Los usuarios del método deben rellenar el mayor número de ítems de los formularios cuando se produce el evento. Con este método ha quedado demostrado que en las empresas en las que la información sobre los accidentes no estaba disponible, el coste de los mismos se infravaloraba.

3.2.2.2.9. Método de Dorman

Dorman (1998) también analizó el coste de la Seguridad en las empresas. Para este autor el objetivo de la implantación de medidas de Seguridad y Salud en las empresas era el de mejorar las condiciones de trabajo y reducir los riesgos para la salud de los trabajadores.

Dorman propone diversas clasificaciones, atendiendo a distintos criterios, de los costes de Seguridad en las empresas:

- Económicos frente a no económicos.
 - Económicos. Se expresan en unidades monetarias. Son, normalmente, atribuidos a la producción, pero también tienen valor económico los costes de oportunidad y otros costes intangibles como el coste de la pérdida de “buena voluntad”, que tiene serias repercusiones económicas en la imagen de la empresa.
 - No económicos. Aquellos que no se pueden expresar en unidades monetarias, como el sentido de remordimiento del compañero de trabajo del accidentado cuando ocurre un accidente.
- Internos frente a externos.
 - Internos. Los asume la empresa; es decir, son soportados por la unidad económica que los genera.
 - Externos. Son atribuidos a las actividades que realiza la empresa, pero no asume su coste, sino que son sufragados por otros.
- Variables frente a fijos.
 - Fijos. Independientes de la incidencia y de la severidad de los daños causados.

- Variables según la incidencia. Para Dorman son los únicos que generan incentivos económicos si son asignados a las actividades específicas que las generan.

- Visibles frente a ocultos.

Dorman pretendía dar un paso más en la clasificación del coste, con una clasificación más general, basada en la capacidad del empresario para identificar el coste y atribuirlo según su experiencia a las actividades concretas que lo generan, así como en su capacidad para reflejarlo en la cuenta de resultados de la empresa.

Desde esta perspectiva, Dorman estimó que sería suficiente la clasificación del coste de la Seguridad en *directo o visible e indirecto o invisible* (ver Tabla 3.12):

1. Costes directos o visibles. Aquellas partidas del coste de la Seguridad que aparece recogido de forma explícita en el sistema contable de la empresa.
2. Costes indirectos o invisibles. Aquellas partidas del coste de la Seguridad que no aparecen recogidos de forma expresa en el sistema contable, por lo que su cuantificación requiere la observación y el seguimiento individualizado de los accidentes y enfermedades profesionales, o bien resulta necesario recurrir a estimaciones³⁰. Como se pone de relieve, al tratar las propuestas de otros autores, en muchas ocasiones la solución para el cálculo de los costes indirectos han sido la estimaciones y, una de las más utilizadas ha sido la relación entre coste directo y coste indirecto que, sin embargo, ha variado desde 1:1 a 1:20.

Este autor incorpora los siguientes conceptos en la clasificación que propone en tabla siguiente.

COSTES DIRECTOS	COSTES INDIRECTOS
Prima de seguros.	Parada en la producción tras la ocurrencia del accidente.
Pagos médicos.	Efectos morales en los compañeros del accidentado.
Pagos a abogados y otros conceptos legales.	Personal asignado para investigación del accidente.
	Contratación y formación del sustituto.
	Reducción de la calidad de la contratación.
	Daños a materiales y a equipos.
	Reducción de la calidad de los materiales producidos.
	Reducción de la productividad de los trabajadores del turno del accidentado.
	Gastos generales mantenidos de forma adicional.

Tabla 3.12. Clasificación de Costes de Dorman.
Fuente: Elaboración propia.

Si bien Dorman (1998) defiende la importancia de cuantificar el coste indirecto, reconoce la existencia de factores que influyen para que las empresas lo ignoren:

³⁰ Un concepto distinto al de directo/indirecto visto hasta el momento.

- Problemas en la medición de los costes indirectos, así como el alto coste del proceso.
- Sobrecarga de los responsables de las empresas en otros campos de la gestión y la consecuente poca atención a la Seguridad y Salud.
- La existencia de sesgos en los métodos de contabilidad de costes, que no reflejan contablemente las capacidades de los trabajadores.
- Bajo estatus en la empresa del departamento de Seguridad y Salud de las empresas.
- Falta de transparencia en las empresas para comunicar las condiciones de trabajo de sus empleados.

Dorman en 1998, basándose en la aportación de Ashford³¹ (1981), aplicó el análisis del coste beneficio de la inversión en Seguridad y Salud en el ámbito de en la empresa. Para ello, manejó los datos de un estudio que realizara el Office of Technology Assessment en Estados Unidos en 1995 en el que se analizaban los beneficios de la aplicación de ocho regulaciones estatales en el ámbito de la empresa, con resultado efectivo en tres de ellas³².

En su análisis, Dorman (1998) clasificó el coste de las empresas derivado de las mejoras de las condiciones de trabajo en dos grupos distintos:

- 1) Coste destinado a mejoras en los equipos, a la sustitución de materiales o a las mejoras en los rendimientos de trabajo, que estaban bien identificados.
- 2) Coste destinado a la innovación, a la reorganización en los procesos productivos, a los métodos de producción o al ambiente de trabajo de sus empleados. Este coste era más difícil de delimitar y no siempre se hacía de una manera exitosa.

La inversión en Seguridad y Salud, por su parte, también presenta algunas limitaciones que conducen a menores niveles de seguridad de los económicamente viables. Entre las limitaciones destacan:

- Distribución desigual de costes y beneficios (Dorman, 2000)
- Problemas de cuantificación.
- Problemas de percepción.

³¹ Ashford ha utilizado la perspectiva del análisis de la rentabilidad de la inversión en Seguridad y Salud con el fin de motivar a los empresarios. Utilizó el análisis coste beneficio como una herramienta útil para la toma de decisiones en materia de Seguridad y Salud. Su aportación estaba más encaminada hacia el análisis del coste beneficio de las regulaciones económicas en materia de Seguridad y Salud (Ashford, 1981), es decir, en las iniciativas legislativas del Estado en esta materia. No obstante, el autor planteó algunas limitaciones sobre el análisis coste beneficio y sobre las dificultades de su uso en la inversión en Seguridad y Salud, tales como:

La expresión en términos monetarios de la seguridad y salud en el trabajo. Se han desarrollado métodos para asignar un valor económico a la salud humana o a la vida (Drummond *et al;* 1997).

El uso de ratios difícilmente aplicables a la realidad, como el beneficio de la prevención de una muerte, el beneficio de la prevención de accidentes o el beneficio de la prevención de los costes de hospital.

³² Algunos analistas proponen como alternativa a utilizar el análisis coste beneficio, hacer uso del ABC (Activity Based Costing) para la estimación de los costes y los beneficios económicos de la Seguridad y Salud y utilizar otro análisis para el resto de componentes económicos (Oxenburgh & Marlow, 2005; Amador, 2005).

Dorman propuso el siguiente diagrama para aclarar la conclusión anterior (ver Gráfico 3.3). El autor consideraba que el empresario invertiría en Seguridad y Salud la cantidad “C”, siendo “C” el coste de las medidas de prevención necesarias para igualar el coste del riesgo esperado. Supongamos que el coste total de un accidente es C_1 , y que corresponde a un determinado nivel Seguridad S_1 . De este coste (C_1), la empresa sólo asumiría el coste C_2 , el resto del coste recaería sobre la sociedad o sobre la víctima, es decir se externalizaría.

Por lo tanto, si consideramos que la recta C_2 representa únicamente la parte de ese coste total que el empresario asume y que incluye daños materiales, pérdida de tiempo de trabajo, complemento de peligrosidad, y los posibles efectos negativos en la moral y ritmos de trabajo, el nivel de seguridad esperado habrá descendido de S_1 a S_2 . Se pone de relieve así, que los costes para el empresario son menores que los costes totales y, de acuerdo con Dorman, la diferencia entre los costes totales y los correspondientes al empresario, $C_1 - C_2$, representa el grado de externalización de costes.

Por otro lado, de los costes internos de la empresa, una parte es variable y la otra es fija, entendiendo por esta última aquellos que la empresa soporta independientemente de su inversión en Seguridad y Salud. Los costes variables se representan como C_3 , y corresponderían a los costes que, según el autor, deberían constituir la verdadera motivación para invertir en Seguridad y Salud para el empresario. A ellos les correspondería un nivel de seguridad menor, S_3 , que representaría el nivel de seguridad esperado en una empresa en la que sólo se actuara por la motivación económica. En el gráfico, $C_2 - C_3$ representa el coste fijo.

Por último el coste representado como C_4 estaría formado por los costes indirectos que el empresario normalmente no es capaz de estimar ni de calcular, y al que correspondería un menor nivel de seguridad S_4 .

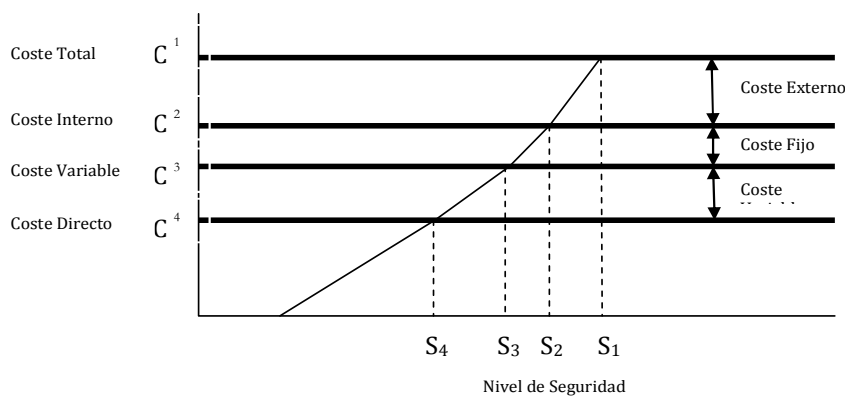


Gráfico 3.3. Coste frente a Prevención de Riesgos.
Fuente: Dorman, 2000.

Con todo ello, Dorman pretendía mostrar como el nivel óptimo de seguridad percibido por el empresario es normalmente mucho menor al nivel de seguridad económicamente posible.

3.2.2.2.9. Modelo de Sun *et al.*

Otros autores³³ como Sun *et al.* (2006) mostraron la necesidad de clasificar los costes de seguridad, con el objetivo de que las empresas pudieran estimarlos de un modo fiable y tomar así decisiones adecuadas en materia de Seguridad y Salud.

Sun *et al.*, llevaron a cabo un estudio de la evolución de los costes asegurados y no asegurados. Criticó la clasificación en costes directos e indirectos³⁴. El autor entendía que esta clasificación únicamente pretendía identificar la relación causal entre el coste de los accidentes y el accidente en sí, mientras que defendía la distinción entre costes asegurados y costes no asegurados porque identificaba los flujos de efectivo asociados con el accidente en sí.

Llevó a cabo una revisión bibliográfica para encontrar la mejor clasificación de los costes en asegurados y no asegurados. Tras la recopilación de la documentación, realiza el análisis y evaluación de las publicaciones finalmente seleccionadas con dos objetivos fundamentales: conocer los componentes del coste e identificar los predictores, o variables, que intervienen en cada componente del coste (ver Tabla 3.13).

Finalmente, incluyeron los costes asegurados el coste de los tratamientos médicos y los costes ocasionados por los días de ausencia o baja del trabajador. Mientras que los costes no asegurados los dividió en costes de administración y costes operacionales, definidos estos como los efectos que la baja del accidentado tenga sobre el resto de la organización. Los autores argumentaron que estos costes no están ocultos pero si alojados en otras partidas contables no identificadas como tales.

COSTES ASEGURADOS	COSTES NO ASEGURADOS
Gastos médicos.	Costes legales y administrativos.
Pérdidas de salarios.	Investigación.
Seguros de responsabilidad civil	Remplazante.
Incremento en la primas de seguros por accidentalidad.	Perdida de la productividad

Tabla 3.13. Clasificación de costes de Sun *et al.*

Fuente: Elaboración propia.

Los predictores más importantes que propone son:

1. Tipo de lesión: esta variable es determinante en el coste del accidente, no solo la componente asegurada, sino también los componentes no asegurados, que a su vez están muy relacionados con la gravedad de la lesión.
2. Ocupación: este predictor está representado bien por el tipo de industria o bien por las habilidades del empleado. Tiene un doble efecto sobre los costes de los accidentes, por un lado está relacionado con el nivel de riesgo de la empresa y,

³³ Pueden consultarse también Paez *et al.* (2006) o Uegaki *et al.* (2011).

³⁴ Las publicaciones que seleccionó para la revisión de la literatura indicaban que el uso de coeficientes lineales para predecir los costes de los asegurados, era una aproximación demasiado amplia.

por otro lado, con factores salariales, como el coste de la disminución de la productividad o el coste del reemplazante.

Según Sun *et al.* (2006), otras muchas variables pueden funcionar como predictores de los componentes de los costes, pero un modelo que implique un gran número de variables no proporciona una predicción en tiempo real de los componentes de los costes. Algunas de las variables, además, están relacionadas entre ellas, como las pólizas de seguro anual y el tipo de industria. Por lo tanto, propone una estimación más fiable que debe consistir en un pequeño conjunto de predictores independientes, que estén fuertemente asociadas con determinados componentes específicos de los costes.

El método utilizado para estimar el coste de los accidentes tiene que ser simple para la empresa. El autor indica que para que el modelo sea eficaz, debe valerse únicamente de la información conocida en el momento del accidente: los gastos médicos, el tipo de lesión, el tipo de sector y la ocupación del trabajador. De lo contrario, se necesitaría dedicar, por parte de los departamentos de prevención, demasiado tiempo a la recopilación de información.

La estimación de los costes no asegurados tiene un gran impacto en la gestión de la Seguridad ya que se puede usar para obtener un valor medio de los costes de accidentes y para predecir los costes futuros para un año dado o un proyecto determinado. Es por ello que, junto con otros investigadores desarrollaron un modelo matemático que relaciona los predictores con los componentes del coste en un método sencillo y fiable (Páez *et al.*, 2006).

Plantea el modelo basándose en que los costes de los accidentes dependen de la severidad. Cuando crece la severidad aumenta logarítmicamente los costes no asegurados. La aproximación logarítmica es apropiada a pesar de que no da buenos resultados en los extremos, ya que asume que unos pocos accidentes severos consumen la mayor proporción de los recursos.

3.2.2.2.10. Modelo de Oxenburgh y Marlow

En el año 2005, Oxenburgh y Marlow centraron su investigación en los costes que se generaban en los accidentes. Defendieron que cuando un trabajador se lesiona se generan unos costes adversos para, al menos, el empresario y el trabajador. La parte más visible de estos costes, según el autor, son los días de baja. Pero su investigación se centró en otros costes como los debidos bien a las pérdidas en el tiempo de producción que podían ocasionarse por malas condiciones de trabajo, por el uso de herramientas mal diseñadas o bien a lesiones debidas a procesos repetitivos. Estos costes eran *ocultos* para los empresarios, ya que, a pesar de que la mayoría de estos costes estaban identificados, se imputaban a otros conceptos de la cuenta de resultados.

Oxenburgh y Marlow buscaban una estimación para el coste oculto del accidente (ver Tabla 3.14). El autor obtuvo un ratio en Australia, según el cual los costes ocultos suponían 3.5 veces el salario del trabajador³⁵. Sin embargo la estimación resultaba difícil, ya que este ratio variaba para cada situación y en cada empresa.

³⁵ Andreoni (1986) ya anunció que los costes ocultos de los accidentes se encontraban entre 0.5 y 20 veces el salario del trabajador.

COSTES OCULTOS
Horas extras.
Remplazante.
Formación.
Supervisión.
Reparaciones y pérdidas de material.
Pérdidas de productos.
Cambios en contratación.
Parada de maquinaria y equipos.
Mantenimiento.
Daños a la imagen de la empresa.
Menores beneficios.
Menores oportunidades de inversión.

Tabla 3.14. Clasificación de costes de Oxenburgh y Marlow.
Fuente: Elaboración propia

El autor, una vez clasificados los costes abogaba por un modelo de análisis coste beneficio donde previamente se tuvieran en cuenta los costes ocultos (Kupi, Liukkonen & Mattila, 1993) y presentó dos alternativas para el análisis coste beneficio de una intervención llevada a cabo para la mejora de las condiciones de Seguridad y Salud:

- a) *Modelo de análisis basado en los costes de los daños.* Se basa en los datos de costes aportados por los seguros, por lo que los datos se obtienen fácilmente, pero tiene algunas limitaciones, ya que no considera las pérdidas de producción, ni los costes de las ausencias, ni considera los cambios de personal en el trabajo, entre otros. Por tanto, si subestima los costes de los daños, también subestimarán los costes de la inversión necesaria para evitarlos.
- b) *Modelo de análisis basado en los parámetros que influyen en el producto o en el proceso.* Este modelo requiere más datos, pero es más preciso. El autor propone como herramienta para el análisis coste beneficio la *Productivity Assessment Tool (PAT)*³⁶ que está basado en los trabajadores y en los beneficios que su trabajo aporta a la empresa³⁷.

En la metodología PAT se distinguen cuatro partes:

1. Recolección de datos de los trabajadores: número de empleados, salarios, tiempo de trabajo o productividad.
2. Recolección de datos del lugar de trabajo: seguros, gastos generales, gastos de supervisión o contratación.

³⁶ El uso más frecuente de PAT es para medir el incremento de la efectividad, en coste, de un trabajador tras la implementación de medidas de Seguridad, está basado en el tiempo y mide la productividad antes y después de la intervención. Está diseñada para el corto plazo y considera que el valor del dinero se mantiene constante.

³⁷ El autor estudió primero las soluciones a las malas condiciones de trabajo (Oxenburgh, 1991) y posteriormente desarrollo un software para el análisis coste beneficio (productAbility) que se incluyó en la 2ª edición de su libro.

3. El cálculo de los costes reales o estimados de la intervención de mejora llevada a cabo por el empresario.
4. Los informes. Cálculo del coste beneficio de la intervención y la elaboración de informes para empresa y los trabajadores.

La herramienta tiene dos versiones: una básica, que permite el análisis de sólo una intervención, con un grupo de trabajo y un puesto de trabajo, y otra más avanzada que permite analizar cuatro intervenciones y hasta cinco trabajadores por puesto de trabajo. Considera los siguientes conceptos:

1. *Tiempo productivo*. Son horas productivas, las horas pagadas al trabajador por la empresa por el tiempo que el trabajador está activamente trabajando durante un año, una vez sustraídas las horas que el trabajador no está activamente trabajando, incluyendo ausencias por lesiones, enfermedades, formación, vacaciones y otras ausencias como maternidad, servicio militar...
2. Medida de las pérdidas de producción desde el estado ideal. Considera dos conceptos: el estado ideal, en el que la producción es del 100%, y la producción reducida.
3. *Asignación de los costes ocultos o indirectos*. Algunos de los *inputs* requieren la asignación de la proporción de los costes indirectos empleados en su cálculo. Por ejemplo, el 50% de gastos de supervisor.
4. *Reducción en la productividad y el papel de las intervenciones*. Las razones por las que los trabajadores reducen la productividad, al menos, son:
 - Estrés físico.
 - Estrés psicológico.
 - Pocas pausas.
 - Poca supervisión.
 - Poca luz o ventilación.
 - Sillas poco confortables.
 - Bajo salario.
 - Bajo status.
 - Rotación de equipos.
 - Pobre diseño del puesto de trabajo.

Ya que en algunos de estos ítems puede intervenir la empresa con la implementación de medidas de Prevención de Riesgos Laborales, se justifica el análisis coste-beneficio para la toma de decisiones en materia de Seguridad y Salud.

El autor analizó empíricamente la herramienta y realizó un caso de estudio en un hotel de cuatro estrellas, donde las compensaciones por seguros estaban siendo muy importantes, sobre todo por lesiones de espaldas y hombros de las mujeres de limpieza. Los principales factores de

riesgo eran las extensiones de las extremidades superiores en la limpieza de azulejos y espejos por movimientos repetitivos en la limpieza con aspiradora, así como los sobreesfuerzos en la zona lumbar por las posturas adoptadas al hacer las camas. Se informó sobre las posibilidades de mejora de las condiciones de trabajo y de sus costes y el comité director identificó la formación como el aspecto más importante a implementar. Se invirtieron 96000\$ en nuevos equipos, cambios organizacionales y nuevos procedimientos de trabajo y se redujeron los costes de las lesiones, con lo que se convenció a los gestores de la empresa de la intervención en materia de Seguridad y Salud.

3.2.2.2.11. Modelo de Gavious

En el año 2009, Gavious desarrolla un modelo de cálculo de los costes de los accidentes centrado en las pérdidas de producción, basándose en la *Teoría de las limitaciones*³⁸. Debido a ello. Resulta fundamental para el modelo el momento en que se produce el accidente en la cadena de producción ya que considera que los accidentes se ocasionan en los *cuernos de botella* asociados a las cargas de trabajo.

El autor defiende que los costes reales de los accidentes son mayores a los costes directos, como ya anunciaron Heinrich (1930), Labelle (2000) o Dorman (2000). Sin embargo, de acuerdo con Labelle (2000), pone de manifiesto en su estudio que la tendencia es centrarse en los costes directos ya que se conocen porque normalmente se aseguran y se les pone fácilmente precio.

La mayoría de los empresarios no calculan el costes de los accidentes por la falta de conocimiento o de comprensión de los medidas de compensación que envuelven a los mismos y porque tiene las creencia de que están asegurados. Por otro lado los costes de los accidentes son difícilmente medibles y dan lugar a una sobrecarga de trabajo a loa gestores.

Los métodos de cálculo de los costes de los accidentes, según Gavious están desfasados por lo que no son demasiado fiables. Gavious defiende la valoración de los costes como una herramienta que permita a los empresarios internalizar la necesidad y la importancia de las medidas de Seguridad desde una perspectiva de gestión empresarial. Del mismo modo que permite localizar los puestos de trabajo donde se requiere la implementación de dichas medidas.

Costes directos	Daños materiales, médicos, sanciones, seguros (el aumento de la primas).
Costes indirectos	Pérdidas de capacidad, retrasos, remplazantes, horas de trabajo del trabajador reingresado, reorganización de la producción, gestión.
Costes de recompensas	Pérdidas de tiempo debidas a la atención de los accidentes por los gestores de las empresas.
Constes intangibles	Reputación y moral.

Tabla 3.15. Clasificación de costes de Gavious.
Fuente: Elaboración propia.

³⁸ La *Teoría de las limitaciones* se desarrolla en EE.UU. en los años ochenta. Se basa en la consideración de que si se gestionan satisfactoriamente los “cuernos de botella” de la cadena de producción, se mejora las productividad.

Realiza una aplicación empírica del modelo calculando el coste de un accidente en una industria israelí, obteniendo que los costes indirectos³⁹ del mismo suponía 2415 veces los costes directos del mismo. En otro accidente leve también resultaron los costes indirectos un 44.71% del total.

Hasta aquí hemos puesto de manifiesto, con la descripción de los factores que dificultan la estimación de los costes debidos a la siniestralidad laboral, que para llevar a cabo su análisis se requiere tener: una formación específica, la posibilidad de observación directa y la disponibilidad de un cálculo ex profeso para el que, normalmente, la empresa no ha formado a sus responsables de Prevención.

Por último, creemos conveniente destacar que los procedimientos estándares utilizados en la contabilidad de costes no se adaptan de modo unívoco, o directo, al cálculo de los costes de los accidentes laborales de ahí que en la investigación, que se presenta mediante esta Memoria de Tesis, nos hayamos propuesto ofrecer como principal resultado de investigación un nuevo modelo de cálculo en el que se contemplen una serie de parámetros y variables que echamos de menos en los modelos existentes. La presentación de nuestro modelo se hace en el Capítulo 6, y último, de esta Memoria de Tesis Doctoral tras haber estudiado la literatura existente sobre el particular (que se presentan en el siguiente capítulo de esta Memoria, Capítulo 4) y realizar el estudio de campo necesario para desarrollarlo y analizar sus resultados.

³⁹ En este sentido se puede consultar también Uegaki (2011) quien relaciona el beneficio de la intervención en Seguridad y Salud con las pérdidas de productividad, cuyo valor económico puede ser referido a los costes indirectos.

CAPÍTULO 4.

Metodología de la investigación. Aplicación empírica. Costes de Seguridad y Salud en obras de Construcción.

En el Capítulo 4 se analiza la metodología llevada a cabo en la fase de toma de datos durante el *trabajo de campo* llevado a cabo en la investigación. Se justifica la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos para optimizar los resultados y las herramientas utilizadas para la consecución de los objetivos, se describen las técnicas de investigación estadística que se han utilizado: *cuestionario, panel de expertos y observación participante*, justificándose en cada caso el porqué de su elección. Se describe el método utilizado para la elección de la muestra de estudio y que herramientas se han aplicado en su estudio. Finalmente, se presenta el trabajo de campo realizado.

Este capítulo se completa con el Capítulo 5 en que se muestra el análisis realizado de los datos obtenidos en la primera fase de este estudio: el trabajo de campo.

4.1. Metodología de investigación.

La *primera fase* de cualquier investigación comienza con el “Planteamiento del problema, la formulación de objetivos y el establecimiento de hipótesis apriorísticas de investigación”. Las fuentes de información utilizadas, y el estudio bibliométrico correspondiente, para los análisis antes mencionados han sido expuestas de modo general en el Capítulo 1 (ver páginas 43-52).

A continuación se describen el resto de las fases que se han desarrollado durante la investigación para completar la descripción de la metodología de investigación que se ha seguido.

La *segunda fase* de la investigación, *el estado del conocimiento*, comienza con la documentación y consulta de las diversas fuentes de información disponibles. Se trata, pues, de obtener toda la información posible en relación con las investigaciones llevadas a cabo, y que han sido publicadas hasta la fecha, sobre los costes de la Seguridad y Salud en las obras de construcción. En esta fase, también se realiza el estudio de la evolución histórica de la normativa en materia de Seguridad y Salud. Así mismo, se presentan cuáles son las características intrínsecas y económicas del sector en España y se aportan los datos, su tratamiento estadístico y el posterior análisis de resultados, sobre accidentes laborales en el sector durante el período de tiempo transcurrido desde que se realizó el trabajo de campo que esta investigación exige (años 2007-2008) hasta la actualidad.

En esta fase destacamos dos etapas. En la primera, se revisa el *estado del arte* de la Seguridad y Salud en el sector de la Construcción. En la segunda, el *estado del arte* de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las empresas del sector de la Construcción.

1ª etapa.- *Estado del arte* en Seguridad y Salud en el sector de la Construcción. Se han presentado los resultados en el Capítulo 2 de esta Memoria de Tesis.

En primer lugar, se ha realizado un análisis de las características del sector de la Construcción para poner de manifiesto cómo las características del mismo tienen una marcada repercusión en la siniestralidad laboral. Se han determinado qué actividades se realizan en la construcción, cuáles son los agentes implicados en ellas y cuáles son las características específicas de los procesos de producción.

Posteriormente, se presentaron los datos relacionados con la siniestralidad laboral obtenidos de tras estudiar diversas investigaciones y consultar fuentes documentales especializadas. Cabe reseñar que se han analizado las estadísticas oficiales suministradas por la UE desde Eurostat (Statistical Office of the European Communities u Oficina Europea de Estadística) en relación con los accidentes en el trabajo, así como los problemas de interpretación de los datos en los que se basan dichas estadísticas. Los resultados obtenidos permiten destacar los valores de los principales índices de siniestralidad y de su evolución en España en los últimos años.

Por último se han analizado los requerimientos normativos de Seguridad y Salud aplicables al sector de la Construcción: la Directiva 92/57/CEE y las adaptaciones realizadas por cada país miembro de la UE. El Consejo de las Comunidades Europeas justifica la necesidad de esta Directiva porque las obras de Construcción, temporales o móviles, constituyen un sector de actividad que implica riesgos particularmente elevados para los trabajadores.

2ª etapa.- *Estado del arte* en costes relacionados con Seguridad y Salud en empresas del sector de la Construcción. Los resultados obtenidos figuran en el Capítulo 3 de esta Memoria de Tesis.

En esta etapa se ha realizado una revisión teórica de la delimitación de los costes relacionados con la Seguridad y la Salud, en general, y con la siniestralidad laboral, en particular. Del mismo modo se presentan los métodos de cálculo de costes desarrollados en el ámbito empresarial.

Se comprueba que la siniestralidad laboral tiene repercusiones económicas para las empresas, para cada trabajador y para la sociedad en su conjunto. Se pone de manifiesto la dificultad de la delimitación de los costes y de su cálculo que se debe, entre otras razones, a la dificultad de la recopilación de los datos y a la falta de homogeneidad de los mismos.

Finalmente, se comprueba cómo en el nuevo enfoque europeo para minimizar la siniestralidad laboral se aboga por las actuaciones encaminadas hacia la gestión empresarial de la prevención de riesgos laborales.

El análisis de las investigaciones científicas que han sido publicadas hasta la fecha figura en los capítulos 2 y 3 de esta Memoria. De este modo, tal y como se muestra en el Gráfico 1.1 (ver página 42), la revisión del conocimiento corrobora la conveniencia de la investigación propuesta.

La *tercera fase* de la investigación consiste en el establecimiento de una *metodología*, científicamente sólida, para llevar a cabo el “*Estudio empírico*” necesario conducente a la obtención de datos que permitan, tras su análisis, corroborar, o no, las hipótesis apriorísticas realizadas en esta investigación. Para ello, tal y como se describe a continuación, se parte de un muestreo aleatorio estratificado para determinar tanto el tamaño de la muestra como la identificación de sus elementos. Dado que esta investigación tiene una faceta técnica y otra social, se usan técnicas cuantitativas (el cuestionario) y cualitativas (el panel de expertos y observación participante). En esta etapa, se justifica la selección del cuestionario como herramienta de investigación cuantitativa, se diseña el mismo, previa selección del panel de expertos como técnica cualitativa complementaria utilizada, en nuestro caso, para el diseño del cuestionario. Posteriormente, se procede a la selección de la población objeto de estudio y finalmente se selecciona la muestra a la que se le van a aplicar dichos cuestionarios.

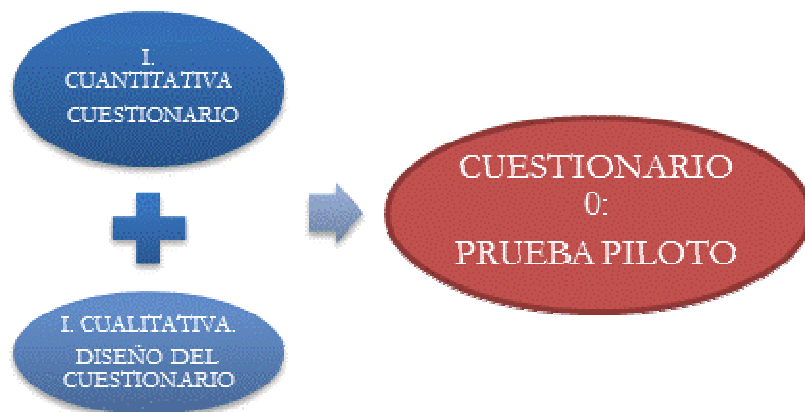


Gráfico 4. 1. Diseño del cuestionario.
Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo el estudio de campo es necesario determinar qué herramientas se requieren para obtener los datos que, finalmente, serán analizados para obtener las correspondientes conclusiones de la investigación (ver epígrafe 4.2). Se ha elegido el método de *encuesta* como técnica de investigación a utilizar para la consecución de los datos necesarios para alcanzar

objetivos planteados. En el desarrollo de la técnica de la encuesta se distinguen las siguientes etapas:

1. Determinación de las herramientas de investigación.
2. Selección de la muestra.
3. Elaboración de instrumentos de medida. Realización de encuestas.
4. Análisis de datos.
5. Elaboración del informe final.

La encuesta exige determinar un cuestionario como herramienta de investigación cuantitativa. El cuestionario debe ser diseñado previa selección de un panel de expertos como técnica cualitativa complementaria que se ha utilizado. Posteriormente, se procede a la selección de la población objeto de estudio y, después, se selecciona la muestra a la que se le van a aplicar dichos cuestionarios. Se elaboran los instrumentos de medida. Tras la obtención de datos se procederá a su análisis y a la elaboración del informe final.

En una *cuarta fase*, una vez elaborados los cuestionarios definitivos tras el análisis del panel de expertos, se lleva a cabo la “*Recolección, procesado y tratamiento de los datos*”, en la que distinguimos una investigación de choque y una investigación de fondo.

En la *investigación de choque*, que es la que se realiza sobre una muestra reducida se pretende comprobar la validez del cuestionario, comprobar que todas las cuestiones están formuladas de manera correcta y son comprensibles, y que las variables formuladas son las adecuadas para alcanzar los objetivos de la investigación (*prueba piloto*).

Posteriormente se “*Reformulan las hipótesis de partida*”, optimizándose la investigación a partir de los resultados obtenidos en la investigación de choque.

Finalmente, pasamos a realizar la “*Investigación de fondo*”, que comienza con el trabajo de campo. Este trabajo de campo consiste en la selección de la muestra objeto de estudio, planificación de las visitas a obra, recogida de los datos e información necesaria para la cumplimentación del cuestionario y posterior procesamiento de los datos.



Gráfico 4.2. Estudio empírico.
Fuente: Elaboración propia.

La cuarta fase se lleva a cabo en cuatro etapas. Se describen los detalles de las tres primeras en este Capítulo 4 de la Memoria de Tesis, mientras que los de la cuarta, y última, figuran en el Capítulo 5.

1ª etapa.- Determinación de las herramientas de investigación.

Es precisamente en la etapa de elaboración de instrumentos donde se ubica el *cuestionario, como herramienta de medida de una determinada realidad social*. El cuestionario es en sí una tarea dentro de la técnica llamada de encuesta (Amerigo, 1992). El cuestionario inicial se sometió a un panel de expertos, para que aportaran su experiencia y conocimientos en el diseño definitivo.

El panel de expertos se adapta particularmente a la investigación cuando:

- El tema está bien definido y requiere la opinión de expertos de alto nivel en el ámbito de que se trate.
- La extensión de la evaluación es muy limitada y no justifica el empleo de medios de mayor envergadura.
- El área que se va a evaluar es muy compleja y difícil de abordar mediante otras herramientas, al menos, a un coste razonable. En estos casos, la opinión de expertos en el tema (y/o en el país) puede contribuir en gran medida a obtener un juicio fiable.

El panel de expertos para esta la investigación estuvo formado por once personas, estando representados el ámbito empresarial y el económico de las obras de construcción (1), la gestión y la dirección de la prevención de riesgos laborales de las empresas (3), la administración laboral (2) y el ámbito universitario (5).

Una vez consensuado el panel de expertos se redactó el *Cuestionario 0* –ver Anexo 1-. A modo de pre test, se envió a tres obras civiles que estaban en fase de ejecución, todas en Andalucía, durante el período 2006-2007: Carretera Aeropuerto a Córdoba, Autovía Jerez-Los Barrios y Depósito Axarquía. En las tres obras, la empresa constructora era Actividades de Construcción y Servicios S.A. (ACS).

Se enviaron copias del *Cuestionario 0* a las tres obras antes dichas al objeto de ser cumplimentados por los responsables de las mismas y redactar a partir de él el cuestionario definitivo una vez subsanadas las deficiencias observadas durante su cumplimentación. El primer hecho que se detectó fue el escaso número de datos reflejados, lo que corroboró, según había revelado Laufer (1987), la dificultad de recogerlos especialmente cuando estos se refieren a los accidentes. De hecho, ante la pregunta: ¿han ocurrido accidentes en la obra?, la respuesta, en las tres obras piloto que fueron seleccionadas, fue: no, con lo que quedaban sin cumplimentar el resto de respuestas en relación a las características de los accidentes. A la vista de ello, y al igual que hiciera el autor antes citado, se decidió la participación activa de los encuestadores en la cumplimentación del cuestionario definitivo “in situ”. Por otro lado, se modificó la redacción de preguntas de respuesta condicionada como, por ejemplo, las del tipo: “en caso afirmativo continuar en...”.

Para fijar el orden de las preguntas del cuestionario definitivo:

- Se ha tratado de agrupar preguntas de contenido similar. Elegimos las materias que más relevancia tienen en el desarrollo de la investigación, datos generales de la obra, costes de prevención, siniestralidad, trabajadores implicados en la obra, visitas de la inspección...
- Dentro de cada área temática, se ha intentado ir de las preguntas más generales a las más concretas.
- Las preguntas relativas a datos generales se sitúan al principio del cuestionario.
- En todo momento se ha tratado de evitar que el encuestado tenga que seguir indicaciones complejas, aunque en todas las ocasiones la investigadora principal supervisó la cumplimentación del cuestionario.

La técnica cualitativa por la que es el investigador mismo quien se introduce en el escenario de la investigación (las obras) y toma las notas (es decir, rellena el cuestionario), se denomina “observación participante”. En consecuencia, entre las herramientas de investigación se incluye, además, la observación participante. Con esta herramienta se ha podido eliminar el sesgo que podría haberse producido con la participación de distintos individuos en la recogida de información “in situ”, ya que está probado que la recogida de datos por diversos investigadores puede dar lugar a diferencias significativas en las observaciones en función del investigador que las realice.

Una vez que se elaboró el *Cuestionario definitivo* –ver Anexo 2-, se pasó a la etapa siguiente.

2ª etapa.- Elección de la muestra.

Como la aplicación de los cuestionarios a toda la población resulta inviable, primero, porque algunas de las obras que figuraban en la base de datos de obras en ejecución en el periodo 2007-2008 en Andalucía podían encontrarse paradas en el momento de la realización del trabajo de campo y, segundo, porque los costes y la duración de una encuesta de esas características resultan muy elevados, fue necesario elegir una muestra representativa de la población. Para ello se eligió el *muestreo aleatorio estratificado* que a continuación se describe.

Se hizo la selección de la muestra a partir de la Estadística de la Construcción ofrecida por el INE, año 2007, en la que figura un total de 395 obras en la Comunidad Autónoma Andaluza que no eran obra nueva, ni ampliaciones, ni refuerzos de edificios, ni demoliciones, ni restauraciones. Después, se identificaron dichas obras en la base de datos de obras en ejecución en el periodo 2007-2008 en Andalucía. Es decir, se trataba de obras andaluzas en ejecución que podemos tipificar en los grupos siguientes: carreteras, paseos marítimos, ferrocarriles, urbanizaciones, aeropuertos, viviendas unifamiliares y aparcamientos. Esta población se dividió en estratos según el presupuesto de ejecución por contrata de dichas obras, resultando un total de 6 estratos: obras de menos de 300 mil euros (estrato nº 1), entre 300 mil y 1 millón (estrato nº 2), entre 1 y 5 millones (estrato nº 3), entre 5 y 10 millones (estrato nº 4), entre 10 y 50 millones (estrato nº 5), y, por último, más de 50 millones de euros (estrato nº 6). Esta estratificación es la que mejor se ajusta con la estratificación por percentiles. Dentro de cada estrato, se codificó cada obra asignándole una cifra. Las obras que pasaron a formar parte de la muestra en cada uno de los estratos fueron seleccionadas aplicando el muestreo aleatorio simple mediante una

tabla de números aleatorios. Así quedó establecido tanto el número de obras para cada estrato como la identificación de cada una de ellas (ver Tabla 4.1).

Estrato n°	1	2	3	4	5	6	
Número de obras	0	3	15	4	16	2	Total= 40

Tabla 4.1. Distribución de obras de la muestra por estratos.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificadas las 40 obras de la muestra, se observó que el número de obras se distribuía, casi, simétricamente según los estratos. Así, los estratos 1°, 2° y 3° corresponden a obras de edificación, el 5° y 6° a obras civiles mientras que en el 4° las obras contemplan edificación y obra civil en distintos porcentajes. Por tanto, quedan abarcadas las facetas más importantes del mercado de la Construcción ya que la tipología de las obras elegidas se divide casi por igual entre obra civil y edificación.

A partir de ahí, se corroboró que la ejecución se encontraba en curso mediante la realización de llamadas telefónicas a las obras que habían sido seleccionadas. Una vez que estuvo confirmada la validez práctica de la muestra, se contactó con el jefe de obra de cada una de ellas para explicarle el objeto de esta investigación y garantizarle la confidencialidad del estudio; así mismo, se consensó con el personal de cada obra tanto el calendario de las visitas que la investigadora les haría así como el programa de trabajo que se llevaría a cabo durante las mismas. Se programaron un mínimo de dos visitas a cada una de las obras, salvo en aquellas en las que el grado de avance estuviese cercano al 100%, para las que se programó una visita única.

Como se ha dicho, cada una de ellas se encontraba en distintas etapas del proceso productivo, lo cual permitía analizar el grado de implantación de las medidas de Seguridad y Salud y el coste que estas generan.

Las características de la población a la que va dirigida la encuesta, y para la cual ha sido diseñada, son las siguientes:

- Jefe de obra. Persona responsable de la gestión preventiva y económica de la obra y que, por tanto, puede proporcionar una mayor información acerca de la obra. Además, como trabajador de la empresa contratista, puede facilitar información completa sobre la empresa. Incluso, en ocasiones, su labor ha sido la de supervisar la información aportada por los técnicos de prevención de las obras.
- Administración de la obra. Debido al elevado número de cuestiones relacionadas con el seguimiento económico de las obras, el administrativo fue la persona a la que se dirigieron las preguntas de las áreas correspondientes al control de costes del cuestionario.

Por consiguiente, durante la encuesta se pasó el cuestionario a 80 individuos.

3ª etapa.- Realización de encuestas.

Esta etapa es lo que realmente puede llamarse trabajo de campo. Se realizó en dos tiempos:

- *Tiempo 1:* Durante 6 meses, dos investigadores se desplazaron a las obras de la muestra seleccionada. En la primera visita se realizó una presentación de la investigación, en la que se explicó el objetivo de la misma y su desarrollo: fechas de las visitas, plazos de la investigación y documentación a consultar. En esta primera visita se convocó al jefe de obra, a los encargados, al técnico de prevención de la empresa contratista, al administrativo de obra y al coordinador de Seguridad y Salud en la fase de construcción. Tras esta reunión, una vez comprobada la fase de construcción en la que se encontraba y el grado de implementación de las medidas de prevención previstas, se procedía a la cumplimentación del cuestionario, a la vez que se recogía toda la documentación complementaria al mismo. Posteriormente, entre 30 y 60 días posteriores a la primera visita, se realizaba la segunda visita, para completar la documentación que no se había podido recabar en la primera, o comprobar si había habido alguna nueva circunstancia susceptible de reflejar en el cuestionario (accidentes, *visitas de inspección...*).
- *Tiempo 2:* Digitalización de la información recabada en la base de datos del programa informático SPSS IBM 15.0 para Windows. En ocasiones, durante el desarrollo de esta fase, ha sido preciso volver a visitar la obra objeto de estudio para corregir errores del cuestionario o, simplemente, para completar algún ítem del mismo.

4ª etapa.- Análisis de datos mediante su tratamiento estadístico.

Una vez procesados los datos de la muestra seleccionada se procede al “*Análisis de Resultados*” mediante el contraste de las hipótesis, para observar qué relaciones existen entre las variables del estudio empírico, especialmente las relacionadas con el coste. Se propone utilizar *test no paramétricos* para el análisis bivariante de los datos obtenidos –se propone utilizar los test de los coeficientes *Rho de Spearman* y el de *Pearson*, con un nivel de significación de 0.05, que permiten medir la correlación existente entre dos variables-, a excepción de aquellos contrastes en los que interviene la variable mencionada, en los que se han podido utilizar *test paramétricos*. Por último, con objeto de completar el análisis y teniendo en cuenta que los accidentes de trabajo constituyen sucesos de carácter discreto, raro y de azar, nos propusimos utilizar el modelo de *Poisson*, que resulta aplicable para aquellos eventos que ocurren al azar e independientemente en el tiempo (Karlaftis, 2002), por lo que resulta razonablemente aplicable a los condicionantes de esta investigación.

La *quinta fase* de la investigación se apoya en todas las anteriores. En ella se pretende desarrollar un modelo de gestión empresarial de los costes de la Prevención que permita su implementación, de forma sistemática y eficaz, en el sistema de gestión de la empresa y sirva para la toma de decisiones de los técnicos responsables del sector de la Construcción. Así mismo, se presenta una situación paradigmática desde el estudio de las lesiones músculoesqueléticas producidas por maquinaria y herramientas de mano utilizadas en las obras de construcción para poner de relieve la necesidad de incorporar la jurisprudencia a las exigencias derivadas de la normativa vigente y mejorar la gestión de la Prevención en las empresas del sector de la Construcción.

A la vista de los anteriores resultados de investigación, en la *sexta fase* de la investigación se formulan las *Conclusiones* de la investigación, así como las líneas de investigación que han quedado formuladas y que consideramos interesante abordar como *futuras líneas de investigación*.

La *séptima*, y última, *fase* de esta investigación va asociada al desarrollo del conocimiento sobre Seguridad y Salud, en general, y sobre los costes empresariales que conlleva su aplicación, en particular, y a la innovación en las técnicas empresariales de gestión de las empresas constructoras. Creemos que este trabajo de investigación permitirá desarrollar una serie de herramientas que permitirán estudiar la eficacia en la gestión de los costes que deben considerar las empresas constructoras y, en su caso, los beneficios que el uso de tales herramientas les reportará, relacionados con la Seguridad y Salud. Así mismo, el desarrollo de las herramientas de investigación antes dichas supondrá una aportación innovadora en la gestión de empresas del sector de la Construcción ya que mejorará la evaluación económica, tanto monetaria como no monetaria, de los costes a los que deben hacer frente en materia de la Seguridad y Salud. También supondrán una innovación las herramientas derivadas de esta investigación ya que permitirán evaluar el efecto que tiene la forma de estimar estos costes y que facilitarán la toma de decisiones a los responsables del proceso.

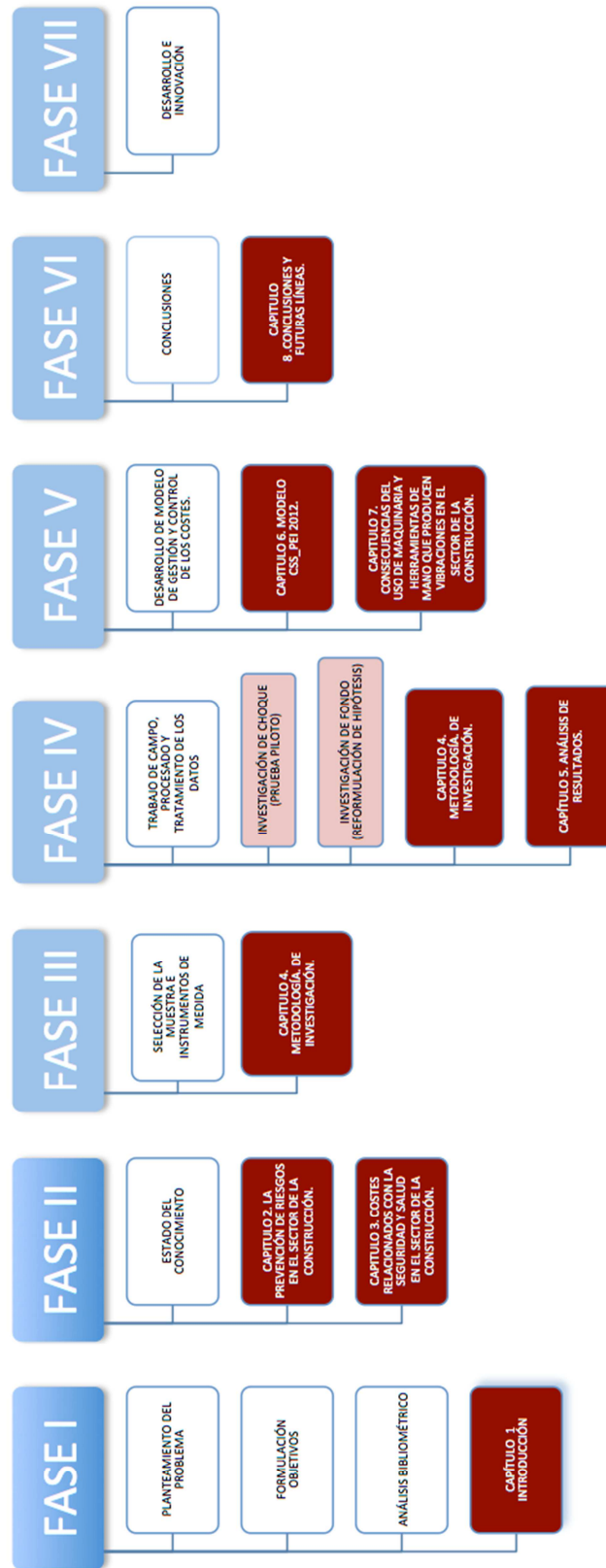


Gráfico 4. 3. Fases de la investigación. Estructura de tesis.
Fuente: Elaboración propia.

4.2. Metodología para el estudio empírico. Elección de las herramientas para el estudio empírico.

Existe un amplio abanico de herramientas para llevar a cabo el estudio empírico de una investigación. La Comisión Europea y la Oficina de Cooperación EuropeAid (European Commission, 2005), han clasificado las trece herramientas que pueden ser utilizadas para la evaluación de proyectos, programas e intervenciones (Aires *et al.*, 2009) y, siguiendo las consideraciones preliminares que el Consejo de las Comunidades Europeas hace en la Directiva 92/57/CEE, las hemos aplicado al estudio de los costes de la no-Seguridad. En este epígrafe se describen tales herramientas y sus principales características.

1. *Diagrama de objetivos y diagrama de efectos.* El diagrama de objetivos muestra la jerarquización de los objetivos que hay que poner en práctica para llevar a cabo una estrategia, desde el objetivo global a largo plazo hasta las acciones emprendidas en el marco de los programas de ejecución. El diagrama de efectos presenta la jerarquía de las actividades, sus resultados y efectos intencionales. Esta herramienta permite reconstruir la lógica de intervención y los efectos intencionales o previstos, por lo que desempeña un papel de primer orden en la estructuración de la evaluación de intervenciones complejas porque ayuda a formular las preguntas de evaluación.
2. *Diagrama de problemas.* El objetivo de los proyectos y programas de ayuda es satisfacer las necesidades que se juzgan prioritaria. Para ello, hay que resolver los problemas que supongan un obstáculo para alcanzar dicho objetivo. Teóricamente es posible representar estos problemas mediante un diagrama de árbol “completo”, es decir, con un tronco (el problema principal), raíces (la arborescencia de las causas) y ramas (las consecuencias). Junto con el diagrama de efectos, el diagrama de problemas permite validar la pertinencia de un proyecto, programa o estrategia al establecer una relación entre los efectos previstos y los problemas que deben resolverse.
3. *Diagrama de decisiones.* El diagrama de decisiones describe el proceso mediante el cual se propicia la toma de decisiones a medio y corto plazo. El diagrama de decisiones complementa el diagrama de objetivos facilitando el análisis de la estrategia respecto de su coherencia interna (secuencia lógica de las sucesivas decisiones) y respecto de su pertinencia externa (consideración de los elementos contextuales y de las posturas de las partes interesadas).
4. *Entrevista individual.* Las entrevistas individuales permiten recopilar información entre los distintos actores y beneficiarios a lo largo de toda la evaluación: hechos y comprobación de hechos, opiniones y puntos de vista, análisis de los actores y propuestas.
5. *Focus group.* El objetivo del *focus group* es analizar un problema, o una situación, mediante el debate la información, opiniones y juicios de valor recopilados. Permite dilucidar las razones que motivan las opiniones expresadas, especialmente los análisis en los que se basan, y asegurarse así de su solidez. Esta herramienta se emplea a menudo para recopilar las opiniones de los beneficiarios sobre su participación en un programa y lo que han obtenido de

él, ya sea positivo o negativo (como alternativa a las entrevistas). Se emplee como se emplee, la característica principal de esta herramienta es la obtención de una opinión estable tras un debate en profundidad en lugar de una opinión espontánea.

6. *Encuesta de cuestionario.* La encuesta de cuestionario permite recopilar respuestas comparables entre una muestra de población. Cuando la muestra es lo bastante representativa, pueden realizarse estadísticas significativas que, a su vez, pueden requerirse para el establecimiento de indicadores cuantificados.
7. *Estudio de casos.* El objetivo del estudio de casos es responder a las preguntas “¿Cómo?” y “¿Por qué?” a partir del estudio detallado de casos concretos, elegidos en función de los objetivos de la evaluación. En caso de que el contexto lo permita y lo requiera, el o los casos estudiados pueden seleccionarse con vistas a que las conclusiones sean extrapolables a la evaluación en su conjunto.
8. *Panel de expertos.* El panel de expertos es un grupo de especialistas independientes y reputados en, al menos, uno de los campos abarcados por el programa o proyecto evaluado. Esta herramienta permite la obtención de juicios colectivos, matizados y argumentados, basados en los conocimientos y la experiencia de los expertos.
9. *Análisis DAFO (SWOT).* El análisis *DAFO (SWOT)* conjuga el estudio de las fortalezas (o “puntos fuertes”) y de las debilidades (“puntos débiles”) de una organización, un territorio, un sector, etc., con el estudio de las oportunidades y amenazas de su entorno. Aunque suele emplearse en evaluaciones *ex ante*, en un marco *ex post* permite evaluar a posteriori las orientaciones estratégicas aplicadas.
10. *Indicadores de contexto.* Un indicador de contexto es un dato que proporciona una base sencilla y fiable para describir una variable de contexto. Un indicador de contexto es un dato que proporciona una base sencilla y fiable para describir una variable de contexto. Permite valorar dinámicas de desarrollo mediante la comparación del nivel y de la evolución de los principales indicadores con los del país en contextos comparables.
11. *Análisis multicriterio.* En una situación *ex ante*, el análisis multicriterio es una herramienta de ayuda a la decisión. En el contexto de la evaluación *ex post*, resulta de utilidad para la formulación de juicios basados en un grupo heterogéneo de criterios.
12. *Análisis coste-eficacia.* El objetivo de esta herramienta es identificar la acción mediante la que se consigue determinado resultado al mejor coste. Permite comparar la eficiencia de los proyectos o programas que buscan efectos comparables. Asimismo, resulta de utilidad para la formulación o validación del juicio sobre la elección de los proyectos o programas más eficientes.
13. *Análisis cultural y social.* En el marco de una evaluación de país, el análisis cultural y social consiste en identificar los elementos constitutivos de los grupos sociales, étnicos o religiosos, de los grupos de interés y todas aquellas

características que constituyen los valores comunes en una sociedad, así como las diferencias que la caracterizan.

En la Tabla 4.2 se muestran las funciones a las que se destina cada herramienta y aquellas a las que puede contribuir de forma útil. Así pues, la mayoría de las herramientas tienen una función principal y una o varias funciones secundarias.

HERRAMIENTA	ESTRUCTURACIÓN	OBSERVACIÓN/ RECOGIDA DE INFORMACIÓN	ANÁLISIS	JUICIO
Diagrama de objetivos y diagrama de efectos				
Diagrama de problemas				
Diagrama de decisiones				
Entrevista individual				
<i>Focus group</i>				
Encuesta de cuestionario				
Estudio de caso				
Análisis DAFO (SWOT)				
Indicadores de contexto				
Panel de expertos				
Análisis cultural y social				
Análisis multicriterio				
Análisis coste-eficacia				

■ Función principal ■ Función secundaria

Tabla 4.2. Funciones y polivalencia de las herramientas.
Fuente: European Commission, 2005.

La clasificación de las herramientas a partir de las cuatro grandes funciones de la evaluación (Estructuración, Investigación, Análisis y Juicio) es un primer elemento de selección. Antes de presentar los criterios de selección de herramientas más apropiados para el método adoptado, es importante recordar algunas normas básicas para su utilización:

- Ninguna de las herramientas permite responder por sí sola a una pregunta o satisfacer una de las cuatro funciones o etapas de la evaluación: toda evaluación requiere una combinación de herramientas.
- Cada una de las herramientas está adaptada a una función específica, en ocasiones a varias.
- Generalmente, para una misma función se emplean diversas herramientas de forma simultánea, pero desde distintos ángulos, para realizar cruces y comprobaciones.

- La selección de las herramientas de evaluación depende de las tareas que haya que realizar y del contexto: grado de complejidad de la intervención, competencia disponible, naturaleza de la información que se busca y que está disponible, diversidad de interlocutores, etc.
- Salvo petición específica, la selección de las herramientas debe responder a una voluntad de homogeneidad al detalle y de precisión de la información utilizada, así como de su análisis.
- La Comisión Europea recalca que debe prestarse una atención especial a la *recogida de información*, ya que raras veces puede aprovecharse una operación de recopilación de datos incompleta. En definitiva, el método debe desarrollarse tomando como base la gama de herramientas disponibles pero teniendo en cuenta sus ventajas y sus limitaciones. En términos generales, tal como se puede ver en la Tabla 4.2, las herramientas de recopilación de datos (en nuestro caso, el cuestionario) son las más utilizadas como complemento a las herramientas de análisis y de juicio, ya que éstas requieren una serie de información específica para su aplicación.
- Hay herramientas que suelen requerir el uso de otras. Aunque no se establezca una jerarquía entre las distintas herramientas, haya que tener en cuenta que la mayor parte de ellas son heterogéneas en el uso, es decir, compuestas. Cuando se elige una herramienta hay que tener siempre en cuenta sus condiciones de uso y las limitaciones inherentes a las herramientas de apoyo que se vayan a utilizar.

4.3. La encuesta como técnica de investigación cuantitativa.

En este epígrafe, una vez presentadas y analizadas las herramientas de investigación, se justifica la encuesta como técnica de investigación a utilizar para la consecución de los objetivos que, previamente, han sido planteados. Por tanto, en el desarrollo de la técnica de la encuesta se distinguen las siguientes etapas:

6. Formulación de objetivos e hipótesis.
7. Selección de la muestra.
8. Elaboración de instrumentos de medida.
9. Análisis de datos.
10. Elaboración del informe final.

Es precisamente, en la etapa de elaboración de instrumentos donde se ubica el *cuestionario, como herramienta de medida de una determinada realidad social*. El cuestionario es, en sí mismo, una tarea dentro de la técnica llamada de encuesta (Amerigo, 1992).

En la literatura sobre métodos de investigación social se encuentran varias definiciones diferentes de lo que es un *cuestionario*. Santesmases (1997) coincidiría con la siguiente definición: «Un cuestionario es el documento que recoge de forma organizada las preguntas sobre el objetivo de la encuesta». Si se sustituye la palabra *preguntas* por *indicadores* y *objetivo de la encuesta* por *variables implicadas en el objetivo de la encuesta*, la definición quedaría del siguiente modo: «Un cuestionario es el documento que recoge de forma organizada los indicadores de las variables implicadas en el objetivo de la encuesta.»

Un cuestionario también se define como aquel instrumento de investigación, que a través de procedimientos estandarizados de interrogación, permite la comparabilidad de respuestas y obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de aspectos, objetivos y subjetivos, de una población (García, 1986).

El cuestionario, además, es un instrumento de medida. Con la encuesta realizada, lo que se pretende es cuantificar la información aportada por los encuestados, por tanto, gran parte del éxito de la encuesta depende de la calidad del cuestionario. Gallup (1935) alertó sobre la magnitud de las variaciones introducidas en las encuestas por el diseño del cuestionario, pudiendo estas variaciones ser semejantes, e incluso superiores, a las provocadas por el diseño y elección de la muestra.

Los cuestionarios buscan también información sobre la propia conducta y experiencia del individuo, valores y actitudes, y con frecuencia buscan información que va más allá del individuo, extendiéndose a sus relaciones, interacciones o actividades con otra gente, proporcionando información sobre grupos, contextos sociales y acontecimientos de los que tiene experiencia (Hakin, 1994)⁴⁰.

Como afirma Mucchielli (1974), la experiencia es un elemento indispensable a la hora de elaborar un cuestionario, que nos permita recoger todos los aspectos que deseamos, entre otros la realidad social. En las obras de Construcción, la realidad es tan compleja y multifacética, que el cuestionario no puede serlo menos.

El hecho de que podamos ir formulando hipótesis, a la vez que se redacta el cuestionario, nos permite que aquellas sean la base para su redacción. Por ello, es muy importante precisar al máximo los objetivos que se pretenden lograr (Mucchielli, 1974).

En nuestra investigación hemos elegido el cuestionario como instrumento básico para la encuesta. En primer lugar, nos planteamos como *objetivo: la obtención de una metodología de análisis y control de los costes de Seguridad y Salud para la obras de Construcción*. Partiendo de él, se establecen las hipótesis de trabajo y el modo de plasmarlas en el cuestionario. El cuestionario fue sometido a un panel de expertos de forma que se reflejara su experiencia y conocimientos en el diseño definitivo. El panel de expertos para esta la investigación estuvo formado por once personas, estando representados el ámbito empresarial y el económico de las obras de construcción (1), la gestión y la dirección de la Prevención de Riesgos Laborales de las empresas (3), la administración laboral (2) y el ámbito universitario (5). Una vez consensuado el panel de expertos se redactó el *Cuestionario 0*. A modo de pre test, se envió a tres obras civiles que estaban en fase de ejecución, todas en Andalucía, durante el período 2006-2007: Carretera Aeropuerto a Córdoba, Autovía Jerez-Los Barrios y Depósito Axarquía. En las tres obras, la empresa constructora era Actividades de Construcción y Servicios S.A.

Transcurrido el tiempo para su cumplimentación, tiempo que fue previamente acordado con las personas implicadas, recogimos los cuestionarios y analizamos los resultados. Una vez comprobados y subsanados los defectos y límites de su cumplimentación, redactamos el *Cuestionario definitivo* del cual se han obtenido los datos para esta investigación. De esta forma concluyó la fase de la investigación de choque.

⁴⁰ Citado por María de los Ángeles Cea D'Ancona: Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social. Ed. Síntesis. Madrid, ISBN-84-7738-420-7.

4.3.1. Diseño de los cuestionarios.

Dado que el cuestionario es la base de la investigación empírica, hay que prestar mucha atención durante la fase para su elaboración con objeto de plasmar tanto el objetivo de investigación propuesto como sus propósitos en un conjunto de preguntas relevantes. Para ello, seguimos una serie de “normas”, o recomendaciones.

En el diseño de los cuestionarios, las preguntas se agrupan por “áreas de contenido” establecidas en consonancia con los objetivos específicos de la investigación.

Con respecto a las preguntas que integran el cuestionario, se han seguido una serie de recomendaciones fruto de la experiencia acumulada y que, además, suelen aparecer con ligeras variantes en todas las monografías sobre la elaboración de cuestionarios⁴¹.

Estas recomendaciones son las siguientes:

- En la elaboración de preguntas factuales⁴² hay que intentar que las diferencias entre las respuestas sean atribuibles a diferencias de los encuestados en las variables de interés y no a fuentes de variación no deseadas.
- Hacer preguntas relevantes.
- Hacer preguntas concretas.
- Emplear un lenguaje convencional.
- Utilizar preguntas que hayan sido utilizadas con éxito en otras encuestas.
- Utilizar preguntas breves.
- Redactar con cuidado las preguntas comprometidas.
- Evitar palabras y frases sesgadas.
- Evitar preguntas con posibilidad de respuesta múltiple.
- Evitar redacciones negativas.
- Utilizar indicaciones opcionales.

En la etapa de desarrollo del cuestionario hay que considerar cuatro aspectos básicos:

1. *La presentación* que debe incluir todo cuestionario. La presentación inicial se realizó en enero 2007 en una reunión de trabajo mantenida entre las empresas constructoras antes citadas y la Universidad de Granada. Dado que esta investigación está enmarcada en un proyecto del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, del Plan Nacional de I+D+i 04/07, la confianza entre encuestados e investigador era mutua y se facilitó desde un principio la colaboración. En la presentación, se esbozaron las líneas de esta investigación, la programación de las tareas a realizar y los motivos del cuestionario que se incluyeron en la hoja inicial del mismo. Tanto desde el inicio de la investigación como a lo largo de la misma,

⁴¹ Pueden consultarse a tal efecto Bosh y Torrente (1993); Harvatopoulos, Livan y Samin (1992) Fink (1995^a) y (1995b); Fowler (1993) o Santesmaes (1997).

⁴² Aquellas diseñadas para medir hecho o sucesos que podrían ser medidos de manera objetiva.

se fueron justificando la acciones que se realizaban y garantizado el anonimato de las respuestas.

2. *Organización* del cuestionario, donde se aborda cuál es la forma más adecuada de redactar el cuestionario y, en segundo lugar, cuál sería el orden de los temas a tratar.
3. *Tipo de preguntas*. Los cuestionarios se pueden clasificar como sigue (Azofra, 1999):
 - Según las respuestas que admita:
 - De preguntas abiertas.
 - De preguntas cerradas.
 - De preguntas semicerradas.
 - Según que la respuesta sea dicotómica:
 - De preguntas categorizadas o de escala nominal.
 - De preguntas de escala numérica.
 - De preguntas de valoración.
 - De preguntas directas.
 - De preguntas indirectas.
 - De preguntas de respuesta única.
 - De preguntas de respuestas variables.

Según Ander-Egg (1987), el condicionante para el tipo de las preguntas a realizar no es sólo la naturaleza de la investigación que se va a llevar a cabo, sino, también, las poblaciones a sondear.

- La *codificación*. La finalidad de la codificación es facilitar la operación de contar y analizar las respuestas dadas por la muestra que va a ser encuestada.

La mayoría de las preguntas formuladas en los cuestionarios de esta investigación son preguntas cerradas porque son más difíciles de escribir y porque es necesario anticipar las posibles respuestas. Sin embargo, proporcionan una descripción cuantitativa de las respuestas y permiten el tratamiento estadístico de las mismas, de ahí el interés en formular el mayor número posible de preguntas cerradas.

Para la codificación de las respuestas cerradas se asigna un valor numérico a cada posible categoría de respuesta. Cada variable o pregunta se representa como elemento de una columna en la matriz de datos. Un cuestionario bien codificado debe contener la información exacta con respecto a las variables y permitir un mejor análisis.

Hay algunas cuestiones que como preguntas cerradas resultan difíciles de tratar. Por tanto, conforme se avanza en la investigación, surge la necesidad de introducir un método de análisis cualitativo que de algún modo sirva para complementar la información obtenida mediante el método cuantitativo antes comentado.

Basándonos en todo lo anteriormente dicho, se determinaron para el cuestionario preguntas cerradas, abiertas y dicotómicas de escala categorizadas, partiendo de temas generales hasta llegar a los específicos. Su distribución figura en la Tabla 4.3.

MATERIAS	Nº PREGUNTAS
Tipología de construcción	4
Plazo de ejecución	4
Presupuesto	6
Costes	80
Trabajadores	8
Siniestralidad	33
Visitas de la inspección de trabajo	11

Tabla 4.3. Tipología y distribución de las preguntas del cuestionario
Fuente: Elaboración propia.

Sobre el orden seguido en la disposición de las preguntas, ha de tenerse en cuenta que:

- Se ha tratado de agrupar preguntas de contenido similar. Elegimos las materias que más relevancia tienen en el desarrollo de esta investigación: datos generales de la obra, costes de prevención, siniestralidad, trabajadores implicados en la obra, visitas de la inspección...
- Dentro de cada área temática, se ha intentado ir de las preguntas más generales a más concretas.
- Las preguntas relativas a datos generales se sitúan al principio del cuestionario.
- En todo momento se ha tratado de evitar que el encuestado tenga que seguir indicaciones complejas aunque en todas las ocasiones la investigadora principal apoyó la cumplimentación del cuestionario.

4.3.2. La población objeto de estudio.

Teniendo en cuenta que el objetivo general que persigue la encuesta es encontrar una metodología de control de los costes en materia de Seguridad y Salud en las obras de Construcción en Andalucía, las características de la población a la que va dirigida, y para la cual ha sido diseñada, son las siguientes:

- Obras en fase de ejecución en Andalucía.
- Se encuesta al Jefe de obra. Persona responsable de la gestión preventiva y económica de la obra y que, por tanto, puede proporcionar una mayor información acerca de la obra. Además, como trabajador de la empresa contratista, puede facilitar información completa sobre la empresa. Incluso, en ocasiones, su labor ha sido la de supervisar la información aportada por los técnicos de Prevención de las obras.
- También se encuesta a los responsables de la Administración de la obra. Debido al elevado número de cuestiones relacionadas con el seguimiento

económico de las obras, el administrativo fue la persona a la que se dirigieron las preguntas de las áreas correspondientes al control de costes del cuestionario.

Por consiguiente, el cuestionario utilizado para la encuesta ha sido cumplimentado por 80 individuos, pertenecientes a 40 obras de Construcción.

4.3.3. Justificación de la población objeto de estudio.

Aplicar los cuestionarios a toda la población resulta inviable, en primer lugar, porque algunas de las obras que figuraban en la base de datos de obra en ejecución, en el periodo 2007-2008 en Andalucía, podían encontrarse paradas en el momento de la realización del trabajo de campo y, en segundo lugar, porque los costes y la duración de una encuesta de esas características resultan muy elevados, de ahí que se recurra a la selección de una muestra representativa de la población.

La formación profesional de la doctoranda ha estado ligada durante quince años al seguimiento de la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la aplicación de la normativa en materia de Seguridad y Salud y al análisis de la evolución de la siniestralidad en obras de Construcción de Andalucía como Jefe de Prevención de Dragados S.A. Por otro lado, su actividad docente, como profesora de las asignaturas “Procedimientos de Construcción y Maquinaria” y “Seguridad y Salud en las obras de construcción”, unida a la de investigación en el Área de Ingeniería de la Construcción del Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería en la E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada giran alrededor del sector de la Construcción por lo que se conoce también desde ambos puntos de vista la actividad que en él se desarrolla.

Estas condiciones iniciales facilitaron el trabajo realizado en la *muestra de 40 obras*. La tipología de las mismas (ver los detalles de la muestra en apartado 5.1. del presente trabajo) se divide entre obra civil y edificación, pretendiendo así abarcar las facetas más importantes del mercado de la Construcción. Cada una de las obras se encontraba en distintas etapas del proceso de ejecución, lo cual permitió analizar el grado de implantación de las medidas de Seguridad y Salud así como el coste que estas generan.

4.3.4. Normas y etapas de la selección de la muestra.

En los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto la necesidad de recurrir a la selección de una muestra de población lo suficientemente representativa de forma que proporcione información extrapolable al conjunto de la población. Para garantizar la representatividad de la muestra son necesarias tres operaciones (Rodríguez, 1996):

1. Determinación del tamaño de la muestra.
2. Elección de la forma de muestreo.
3. Obtención de las unidades muestrales últimas.

Ante se ha dicho que fueron seleccionadas 40 obras, en la que están representados los diferentes estratos de la población atendiendo a los presupuestos de ejecución por contrata. También se ha mencionado que en cada una de estas obras se aplicó el Cuestionario a dos personas, con lo que se obtuvieron respuestas de 80 individuos.

La muestra fue elegida tal y como se ha descrito anteriormente al detallar la 2ª etapa desarrollada en esta investigación y que figura en el epígrafe 4.1. Metodología de investigación.

4.3.5. Técnicas de Investigación Cualitativa empleadas: Panel de expertos y la observación participante.

Hoy en día existe un predominio claro de la Investigación Cuantitativa en relación a la Cualitativa. El empleo de ambos procedimientos, cuantitativos y cualitativos, en una investigación ayuda a corregir los sesgos propios de cada método. Sin embargo, el hecho de que la metodología cuantitativa sea la más empleada no es producto del azar sino de la evolución de método científico a lo largo de los años.

INVESTIGACIÓN CUALITATIVA	INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA
Subjetiva	Objetiva
Inferencia de sus datos	Inferencias más allá de los datos
Exploratoria, inductiva y descriptiva	Confirmatoria, inferencial, deductiva
Orientada al proceso	Orientada al resultado
No generalizable	Generalizable
Realidad dinámica	Realidad estática
Datos “ricos y profundos”	Datos “sólidos y repetibles”

Tabla 4.4. Diferencias entre las metodologías de investigación cuantitativa y cualitativa.
Fuente: Elaboración propia.

Como afirma Fernández (2002), la cuantificación incrementa y facilita la comprensión del universo que nos rodea. Esta afirmación viene de antiguo ya que, mucho antes de los positivistas lógicos o neopositivistas, Galileo Galilei afirmaba en este sentido: “mide lo que sea medible y haz medible lo que no lo sea”.

En general, los métodos cuantitativos son muy potentes en términos de validez externa, ya que, con una muestra representativa de la población, hacen inferencia a dicha población a partir de una muestra con una seguridad y precisión definida. Sin embargo, una limitación de los métodos cualitativos es su dificultad para generalizar (Fernández, 2002). La investigación cuantitativa con los test de hipótesis no sólo permite eliminar el papel del azar para descartar o rechazar una hipótesis, sino que permite cuantificar su relevancia.

En esta investigación se han incorporado herramientas cualitativas para validar el cuestionario, tales como el panel de expertos y la observación participante. Somos conscientes de que una de las limitaciones atribuidas a los métodos cualitativos es su dificultad para la generalización (Fernández & Díaz, 2002). Sin embargo, las opiniones del *panel de expertos* se introducen, porque a pesar de incorporar un componente subjetivo y, en consecuencia, con menor capacidad predictiva, ha permitido adaptar la investigación a una realidad más dinámica, como son los aspectos relacionados con la Seguridad y Salud⁴³. Por su parte, la *observación participante* recoge datos sobre personas, procesos y culturas en investigaciones cualitativas, y permite la

⁴³ Algunas experiencias similares pueden consultarse en los trabajos de Love *et al.* (2010), Hallowell & Gambatesse (2010) o Andriessen (1978).

descripción sistemática en un escenario social concreto, como es el caso de las obras de la muestra.

4.3.6. Diseño del panel de expertos.

El panel de expertos puede definirse como un grupo de especialistas independientes y reputados en, al menos, uno de los campos concernidos por el aspecto que se va a evaluar. Se le reúne para que emita un juicio colectivo y consensado sobre dicho aspecto. En caso de que no se llegue a obtener el consenso sobre determinadas cuestiones, el panel debe reflejar las diferentes posturas de los expertos participantes.

Este grupo de trabajo, que se constituye especialmente para la evaluación de acuerdo con una serie de procedimientos estándar, sigue un método de trabajo concreto y repetible. En este sentido, esta herramienta se considera fiable.

Así pues, el objetivo principal de esta herramienta consiste en utilizar el conocimiento que los expertos poseen de una materia para evaluar políticas, programas o proyectos llevados a cabo en un contexto en concreto.

Estos paneles pueden intervenir durante toda la realización del trabajo de campo, participando en los estudios preliminares hasta la realización concreta de la investigación, e incluso, durante los primeros años de su aplicación.

En el ámbito de la investigación científica, el origen del concepto se sitúa en la evaluación paritaria de trabajos científicos o de programas. Tradicionalmente, el panel de expertos se ha desarrollado como herramienta de evaluación en este campo.

En los últimos años, la noción de panel de expertos ha evolucionado principalmente en dos direcciones:

1. Diversificación de la composición del panel. Originalmente, el empleo de paneles de expertos se limitaba a una serie de áreas bastante definidas pero, progresivamente, se ha ido diversificando el contenido de las misiones de evaluación y, en consecuencia, la composición del panel. Actualmente, además de los especialistas en un área en concreto, se solicita la participación de economistas, de especialistas en evaluación o de representantes de los usuarios del programa para cubrir las distintas facetas de la evaluación.
2. Profesionalización del panel. La aparición de métodos más rigurosos (p. ej. estudios de apoyo al trabajo del panel realizados por consultores externos) ha incrementado el grado de fiabilidad y credibilidad del panel de expertos como herramienta de evaluación. Estos cambios han ido conduciendo a una profesionalización progresiva de la evaluación realizada con la intervención del panel de expertos.

El panel de expertos se adapta especialmente bien a la investigación cuando:

1. El tema está bien definido y requiere la opinión de expertos de alto nivel en el ámbito de que se trate. Este caso es típico en el campo de la investigación científica.
2. La extensión de la evaluación es muy limitada y no justifica pues el empleo de medios de mayor envergadura.

3. O, contrariamente a lo dicho en el punto anterior, el área que se va a evaluar es muy compleja y difícil de abordar mediante otras herramientas, al menos, a un coste razonable (por ejemplo, las ayudas presupuestarias). En estos casos, la opinión de expertos en el tema (y/o en el país) puede contribuir en gran medida a obtener un juicio fiable.

El panel de expertos se puede combinar con la práctica totalidad de las herramientas clásicas de evaluación. Estas herramientas facilitan el trabajo de los expertos y les amplían la información sobre el aspecto evaluado. Entre otros, como complemento al trabajo del panel, podemos citar los estudios preliminares, las encuestas, el empleo de bases de datos, etc.

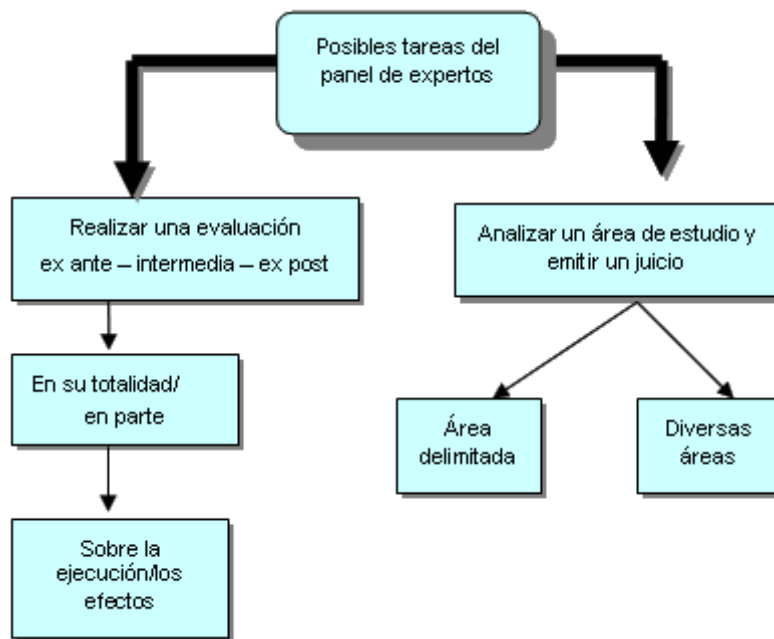


Gráfico 4. 4. Posibles funciones de un panel de expertos
Fuente: www.ec.europa.eu/europeaid

4.3.7. Ventajas y límites que ofrece el panel de expertos.

Las ventajas del panel de expertos radican, fundamentalmente, en el profundo conocimiento que tienen sus integrantes sobre los temas objeto de la investigación. Este conocimiento previo comporta:

- Un ahorro de tiempo considerable en relación con otras herramientas de investigación.
- Un coste reducido respecto a otras herramientas, fundamentalmente debido a dicho ahorro de tiempo.
- Una gran credibilidad de las conclusiones, dada la reputación de los expertos.
- Una gran capacidad de adaptación a las diferentes situaciones que puedan surgir durante la evaluación.

Los límites de esta herramienta se deben principalmente a una serie de riesgos que hay que intentar controlar lo mejor posible:

- El funcionamiento del panel que, buscando un juicio consensuado, puede tender por su estructura a omitir las opiniones minoritarias y a “suavizar” las conclusiones. En esta investigación, y por este motivo, se han evitado las reuniones colectivas primando así la independencia y el carácter particular de todas y cada una de las aportaciones.
- El riesgo de sesgo de empatía en el caso de paneles que intervengan en una evaluación de un campo muy específico, a causa de la pertenencia de los expertos al grupo de especialistas del campo evaluado. En esta investigación, y para evitar este sesgo, al formar el panel de expertos entre los objetivos prioritarios para la selección de sus miembros se optó por la independencia de los mismos.
- La tendencia de los expertos a exceder al campo de sus competencias reconocidas. Se trata entonces de delimitar muy bien el trabajo del panel en la investigación; en caso contrario, la credibilidad de las conclusiones se vería, sin duda alguna, afectada.

4.3.8. Selección de los expertos.

La experiencia profesional en el campo de que se trate es un requisito indispensable; el experto debe estar muy cualificado en el área objeto de la investigación. Además, debe ser reconocido y respetado por sus colegas. La credibilidad de sus opiniones depende totalmente de ello.

La independencia del experto respecto del programa que se va a evaluar mediante la investigación es de vital importancia; el evaluador nunca puede ser juez y parte. Así, se excluyeron de la selección los expertos que tuviesen algún tipo de conflicto de intereses con el programa evaluado (como, por ejemplo, aquellos que hayan participado en una investigación similar o procedan de un organismo que se haya beneficiado de algún programa desarrollado por esta).

No obstante, es difícil garantizar una independencia total en aquellos campos en que el número de expertos es especialmente reducido. En nuestro caso se invitó al panel a la Jefa de Prevención de Riesgos Laborales de una de las empresas de la muestra, ya que manifestó su interés en la aplicabilidad de las conclusiones que de la investigación se obtuvieran para su empresa. En estos casos, más que la independencia de cada uno de los expertos, prevalecerá el grado de independencia del panel en sí mismo. Finalmente, no olvidamos precisar a los expertos que se les había designado a título individual, es decir, que no representaban a la empresa de la cual formaban parte y, en consecuencia, no pueden ser sustituidos en su función.

El experto debe reunir otras características igualmente básicas: capacidad de trabajo en equipo y de escuchar a los demás, así como una mentalidad abierta. En caso contrario, el clima de trabajo en el panel puede enrarecerse y ello puede desembocar directamente en el fracaso de su misión.

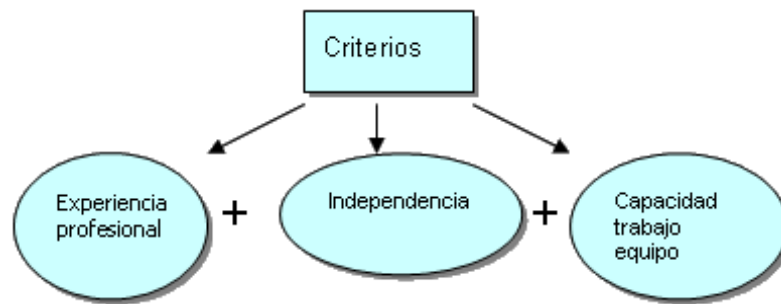


Gráfico 4. 5. Criterios de selección del panel de expertos
Fuente: www.ec.europa.eu/europeaid

El panel de expertos para esta la investigación estuvo formado por once personas procedentes del ámbito empresarial y económico de las obras de Construcción (1), la gestión y la dirección de la Prevención de Riesgos Laborales de las empresas (3), la administración laboral (2) y el ámbito universitario (5).

4.3.8. Observación participante.

La observación participante se utiliza para comprender mejor los fenómenos en estudio. Posibilita la recogida de diferentes datos, reduce la actitud de actuar de la gente al ser observada, desarrolla la formulación de preguntas con sentido, aporta comprensión y credibilidad, por lo que, en la presente investigación, resulta la forma óptima de recogida de datos. No obstante, puede presentar algunas desventajas como la posibilidad de que sólo se atiendan intereses superficiales del investigador, se seleccionen erróneamente los informantes dando lugar a errores de interpretación, se realicen descripciones erróneas en la investigación del comportamiento o que los datos se tomen en función de los intereses del investigador (política, religión,...).

Ante las limitaciones encontradas en la recogida de datos como consecuencia de la existencia de obras de diversas tipologías en la muestra, en esta investigación se optó por la observación participante. Mediante la observación participante de la investigadora principal, se ha podido eliminar el sesgo que podría haber producido la participación de distintos individuos en la recogida de información *in situ*. En efecto, la recogida de datos por diversos investigadores puede dar lugar a diferencias significativas en las observaciones, en función del investigador que las realice

4.3.9. Trabajo de campo.

El trabajo de campo se realizó en tres fases:

- *Fase 0:* Selección de la muestra entre las obras que estaban en fase de ejecución a partir de la base de datos de obras de Andalucía. Se corroboró que la ejecución se encontraba en curso mediante la realización de llamadas telefónicas a las obras previamente seleccionadas. Una vez seleccionadas las obras de la muestra, se contactó con el Jefe de obra de cada una de ellas para explicarle el objeto de esta investigación y garantizarle la confidencialidad del estudio. Posteriormente, se elaboró el programa de trabajo y de visitas a las obras, consensuado con el personal de cada una de ellas. Se programaron

un mínimo de dos visitas a cada una de las obras, salvo en aquellas en las que el grado de avance estuviese cercano al 100% para las que se programó una única visita.

- *Fase 1:* Durante 6 meses, dos investigadores se desplazaron a las obras de la muestra seleccionada. En la primera visita se realizó una presentación de la investigación, en la que se explicó el objetivo de la misma y su desarrollo: fechas de las visitas, plazos de la investigación y documentación a consultar. En esta primera visita se convocó al Jefe de obra, a los encargados, al técnico de Prevención de la empresa contratista, al administrativo de obra y al coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución. Tras esta reunión, una vez comprobada la fase de ejecución en la que se encontraba y el grado de implementación de las medidas de Prevención previstas, se procedía a la cumplimentación del cuestionario, a la vez que se recogía toda la documentación complementaria al mismo. Posteriormente, entre 30 y 60 días después de la primera visita, se realizaba la segunda visita, para completar la documentación que no se había podido recabar en la primera o comprobar si había habido alguna nueva circunstancia susceptible de reflejar en el cuestionario (accidentes, visitas de inspección...).
- *Fase 2:* Digitalización de la información recabada en la base de datos del programa informático SPSS IBM 15.0 para Windows y su tratamiento de la información es STATA. En ocasiones, durante el desarrollo de esta fase, ha sido preciso volver a visitar alguna de las obras elegidas en la muestra para corregir errores del cuestionario o, simplemente, para completar algún ítem del mismo.

4.3.10. Tratamiento estadístico de resultados.

En primer lugar definimos las *variables de estudio* como cualquier característica, propiedad o cualidad de una población, que puede variar o cambiar y que afectan a nuestra investigación (Burns & Grove, 2007). Se definen dos tipos de variables: *dependientes e independientes* (Creswell, 2009). La variable independiente es aquella cuyos efectos interesa conocer al investigador, mientras que la dependiente es aquella cuyos valores dependen de los valores que se le asigne a otras variables u otros fenómenos. En nuestro estudio la variable independiente son los costes de prevención y la variable dependiente los costes de los accidentes. Sin embargo, para analizar la influencia de la variable independiente se realiza la comparación de esta con otras, con el objetivo fundamental de analizar la siniestralidad laboral y sus costes.

Se muestran a continuación el listado de las variables elegidas para el análisis de los datos obtenidos de las encuestas, su definición y la metodología para su cálculo, por orden de aparición en el análisis de resultados. Se distinguen entre las variables obtenidas directamente de la encuesta (D), las calculadas a partir de los datos recogidos con ella (C) y la estimada según la fórmula de trabajo del modelo de cálculo de costes de los accidentes aportada por el Instituto Navarro de Seguridad Laboral, basada en el Nota Técnica de Prevención 540 (E).

CÓD.	DEFINICIÓN	CONCEPTO	CÁLC.
VARIABLES INDEPENDIENTES			
EMP	Emplazamiento	Provincia en la que se ubica la obra	D
TO	Tipo de obra	Obra civil o edificación	D
TC	Tipología de construcción	Objeto del Proyecto de Construcción.	D
PEC	Presupuesto de ejecución contrata	Presupuesto al que se adjudica la obra.	D
PEM	Presupuesto de ejecución material	Presupuesto al que se adjudica la obra más beneficio industrial y gastos generales.	D
PSS	Importe plan de seguridad y salud	Importe del documento que recoge la planificación preventiva de la obra.	D
PZO	Plazo de ejecución	Tiempo contratado para la ejecución de la obra.	D
GA	Grado de avance	Porcentaje ejecutado de la producción con respecto al Proyecto total.	D
GAR	Grado de avance relativo		C
BA	Baja de adjudicación	Porcentaje entre la diferencia del presupuesto de adjudicación y de licitación y el presupuesto de licitación.	D
TT	Trabajadores totales	Con el seguimiento estadístico mensual de cada obra, se ha calculado el número de trabajadores totales que han pasado por cada una de ellas.	C
MTT	Media de trabajadores totales	El número de trabajadores totales, entre el número de meses hasta el momento de la visita.	C
TP	Trabajadores propios	número total de trabajadores del contratista principal en cada obra	C
MTP	Media de trabajadores propios	El número total de trabajadores propios, entre el número de meses transcurridos hasta el momento de la visita.	C
TS	Trabajadores de empresas subcontratistas	Número total de trabajadores de empresas subcontratistas que han trabajado en cada una de las obras hasta el momento de la visita.	C
MTS	Media de trabajadores de empresas subcontratistas	El número total de trabajadores de empresas subcontratistas entre el número de meses transcurridos hasta el momento de la visita.	C
MES	Media empresas subcontratistas	Número de empresas subcontratistas que han trabajado en la obra, entre el número de meses transcurridos hasta el momento de la visita.	C
II	Índice de incidencia	Número de accidentes por cada mil personas expuestas.	C
IF	Índice de frecuencia	Número de accidentes por millón de horas trabajadas.	C
CP	Costes de las medidas colectivas de protección	Sumatorio de todos los albaranes en los que se incluyen medidas de protección individual y colectivas, así como todas las facturas de las empresa/s subcontratista/s que realizan las labores de implantación de las medidas de protección, en caso de realizarse por personal subcontratado y/o las horas dedicadas por personal propio a las tareas de implantación y a la limpieza y mantenimiento de las instalaciones de higiene y bienestar, así como a la limpieza del resto de la obra.	C
VARIABLES DEPENDIENTES			
A	Accidentes	Sumatorio de los accidentes ocurridos en cada una de las obras.	C
AP	Accidentados de personal propio	Sumatorio de los accidentes ocurridos en cada una de las obras que han afectado a personal de la contrata principal.	D
AS	Accidentados personal subcontratado	Sumatorio de los accidentes ocurridos en cada una de las obras que han afectado a personal de la empresa/s subcontratista/s.	D
CA	Coste de los accidentes	Cálculo del coste del accidente según la Nota Técnica de Prevención 540 del INSHT. ⁴⁴	E

Tabla 4.5. Listado de variables para el análisis de resultados.

Fuente: Elaboración propia.

⁴⁴ NTP 540: Coste de los accidentes de trabajo (INSHT, 1999).

Las variables anteriores, definidas para contrastar las hipótesis de partida, son discretas⁴⁵ y cuantitativas. Se realizó la prueba de *normalidad* de los datos con el test de Kolmogorov comprobándose que las variables no seguían una distribución normal, a excepción de la variable denominada *media de trabajadores propios*. En consecuencia, se han utilizado *test no paramétricos* para el análisis bivalente llevado a cabo, a excepción de aquellos contrastes en los que interviene la variable mencionada, en los que se han podido utilizar *test paramétricos*.

Los test no paramétricos que se han aplicado, teniendo en cuenta los condicionantes de la muestra, han sido los coeficientes *Rho de Spearman* y *Pearson*, con un nivel de significación de 0.05, que permiten medir la correlación existente entre dos variables. Sin embargo, estos contrastes estadísticos no nos han permitido confirmar, de forma general, las hipótesis de partida.

Por ello, al objeto de completar el análisis, y teniendo en cuenta que los accidentes de trabajo constituyen sucesos de carácter discreto, raro y al azar, se ha utilizado el modelo de Poisson, que resulta aplicable para aquellos eventos que ocurren al azar e independientemente en el tiempo (Karlaftis, 2002), por lo que resulta razonablemente aplicable a los condicionantes de esta investigación. El modelo de Poisson es el modelo de regresión utilizado con más frecuencia para variables de respuesta cuantitativa con distribución asimétrica (Mortavazi, 2007), como los datos de la muestra del estudio. En este sentido, en esta investigación, el modelo de Poisson resulta ser un modelo predictivo más adecuado y acertado que otros modelos logarítmicos de regresión (Mattar-habib *et al.*, 2008). En este tipo de fenómenos, la variable respuesta es en todos los casos discreta y toma, por tanto, solo un número finito de valores. Además, una de las características de Poisson es la independencia del número de incidentes en intervalos distintos (Chua, 2005), que también se cumple en el estudio.

Las medidas utilizadas para conocer la bondad del ajuste en el modelo de Poisson son Akaike Information Criterion (AIC) y Bayesian Information Criterion (BIC), ajuste que se lleva a cabo mediante la comparación de distintos modelos.

⁴⁵ Las variables se clasifican en discretas o continuas en función de si solamente toman un número finito de valores numéricos o si, por el contrario, pueden tomar cualquier valor dentro de un intervalo numérico (Gujarati, 2004).

CAPÍTULO 5.

Análisis de resultados.

En este capítulo se describen las características de la muestra de estudio, de las variables analizadas en la investigación y de los datos recogidos a través de la encuesta realizada en cada una de las 40 obras seleccionadas para la muestra. Las principales variables utilizadas son: emplazamiento de las obras, tipología de obra, presupuesto de ejecución material y por contrata, plazo de ejecución, grado de avance, baja de adjudicación, tipo de contratación, accidentalidad, costes de las medidas de prevención y coste de los accidentes. En el análisis descriptivo de las variables se realiza una definición inicial y posteriormente se presentan valores absolutos y ratios comparativos de las variables en la muestra. Una vez descritas las características de la selección, se contrastan las hipótesis de partida, para lo cual, en primer lugar se realiza un análisis bivalente, mediante test paramétricos y no paramétricos y, finalmente, se desarrolla el modelo predictivo que mejor se adapta a nuestros datos.

5.1. Análisis descriptivo de la muestra.

5.1.1. Emplazamiento.

En el capítulo anterior a éste se ha dicho que la muestra utilizada para nuestra investigación está formada por un total de 40 obras repartidas por cuatro provincias andaluzas -Granada, Almería, Málaga y Jaén-, y en las ciudades autónomas de Melilla y Ceuta. En la Tabla 5.1 se presentan las provincias y ciudades autónomas elegidas junto al número de obras que en cada una de ellas se estudiaron. Así mismo, se incluye el porcentaje que las obras de esa provincia, suponen con respecto al total de la muestra.

NOMBRE	Nº	%
Ceuta	2	5.00
Jaén	2	5.00
Granada	4	10.00
Almería	6	15.00
Melilla	11	27.50
Málaga	15	37.50

Tabla 5.1. Reparto de obras por provincia y ciudad autónoma.
Fuente: Elaboración propia.

Gráficamente, el reparto por provincias y ciudades autónomas es el que se presenta en el Gráfico 5.1.

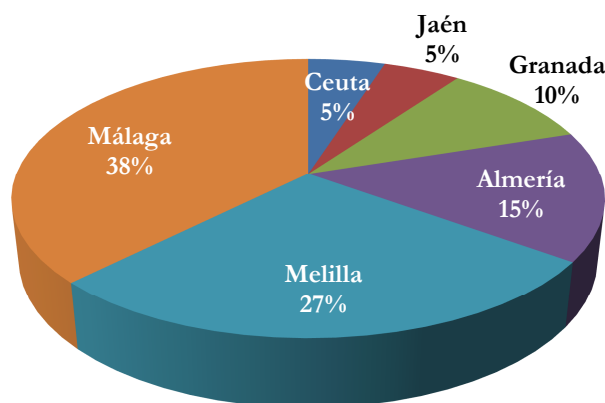


Gráfico 5.1. Distribución de obras por provincias.
Fuente: Elaboración propia.

En la provincia de Málaga se concentran un total de 15 obras, lo que supone un 38% de la muestra, siendo esta la provincia con mayor número de obras estudiadas. Le siguen la ciudad autónoma de Melilla, con un 27%, y la provincia de Almería, con un 15%. Los entornos geográficos de menor representatividad en la muestra son las provincias de Granada y Jaén y la ciudad autónoma de Ceuta.

5.1.2. Tipo de obras.

En la muestra se distinguen obras licitadas bien por administración pública, bien por administración privada: las obras *públicas* y las *privadas* respectivamente. Dentro de cada uno de ellos se pueden distinguir dos *tipologías de obra*, el de *obra civil*, que lo constituyen infraestructuras promovidas por las administraciones públicas y el de obras de *edificación* que en la muestra de estudio se compone por construcciones diseñadas para habitar o alojar y de promoción generalmente privada. Dentro de estas categorías además encontramos distintas *tipologías de construcción* según el objeto para el que fue proyectada.

Según la licitación: la muestra, se compone de un 45% de obras de promoción privada y de un 55% de promoción pública. En las obras de promoción privada, el 100% son obras de edificación y, en las de promoción pública, el 28% corresponde a obras de edificación y el 72% a obras civiles.

Según la tipología de obra, o finalidad de la construcción, la muestra se distribuye en un 60% de obras de edificación y un 40% en obra civil.

Según la tipología de la construcción, se presenta el número de obras de cada tipología y según corresponda a obras de edificación o de obra civil.

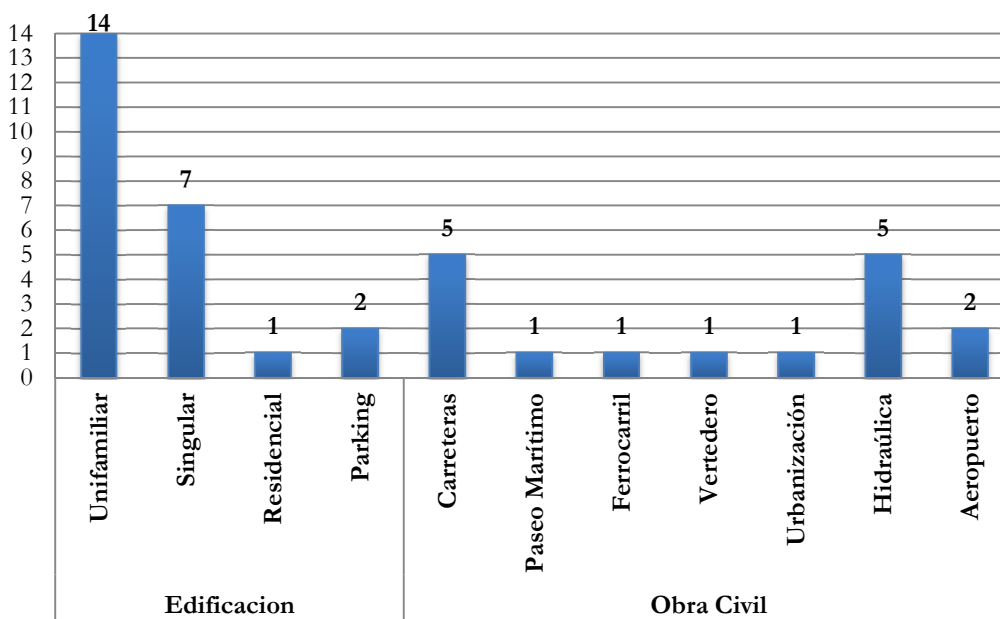


Gráfico 5.2. Clasificación de las obras de la muestra por su tipología y número.
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra destacan las obras de edificación unifamiliares.

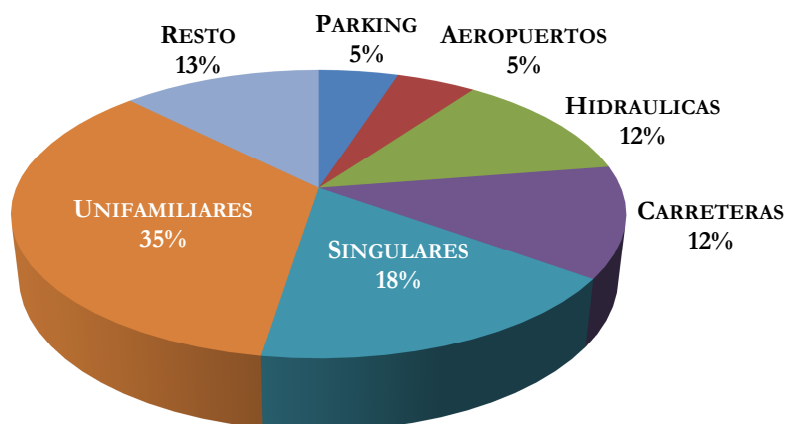


Gráfico 5.3. Porcentaje de obras por tipologías.
Fuente: Elaboración propia

En la muestra destacan, con un 35%, las obras de edificación unifamiliares seguidas de las singulares⁴⁶.

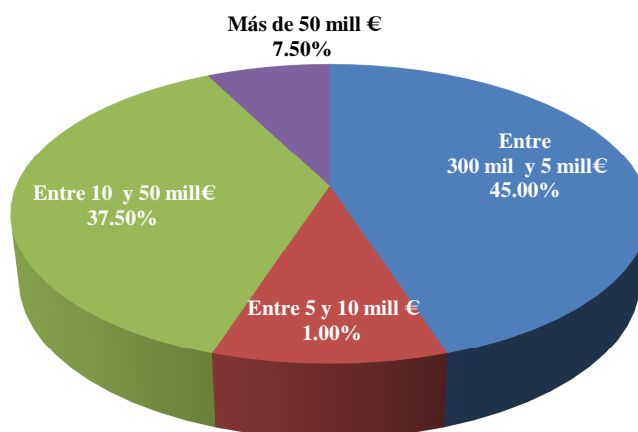


Gráfico 5.4. Distribución de número de obras según presupuesto de ejecución por contrata.
Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Presupuesto de Ejecución.

Se distinguen el Presupuesto de Ejecución por Contrata⁴⁷ -en lo que sigue, PEC- y el Presupuesto de Ejecución Material⁴⁸ -en lo que sigue, PEM-. Ambas variables aportan

⁴⁶ Denominamos *singulares* a aquellas obras de edificación en las que más de un 50% es obra civil.

⁴⁷ El Presupuesto de Ejecución por Contrata se obtiene de la suma del presupuesto de ejecución material más gastos generales y más el beneficio industrial. Los gastos generales incluyen el coste de los servicios de administración y dirección general de la empresa constructora.

⁴⁸ El Presupuesto Ejecución Material es la suma del presupuesto de las distintas partidas que componen el documento *mediciones y presupuesto*, sin incluir gastos generales, beneficio industrial, honorarios ni impuestos.

información sobre el tamaño de la obra. En la muestra de estudio cabe destacar que no existen obras por debajo de los 300 mil euros de PEC, estando el 37.5% de las obras en el intervalo [10,50] millones de euros y 40% en el intervalo [1,5] millones de euros.

5.1.4. Presupuesto de Seguridad y Salud.

Por su parte el Presupuesto de Seguridad y Salud⁴⁹ -en lo que sigue, PSS-, corresponde al importe del capítulo presupuesto del *Plan de Seguridad y Salud*⁵⁰, que en la mayoría de las ocasiones coincide⁵¹ con el Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico.

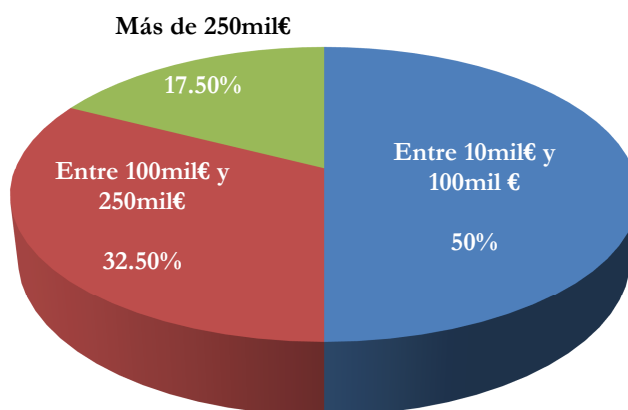


Gráfico 5.5. Número de obras según el importe del Presupuesto de Seguridad y Salud.
Fuente: Elaboración propia

En la representación gráfica de los importes del PSS, Gráfico 5.5, puede verse que en el 50% de las obras el PSS se encuentra entre 10 mil y 100 mil € y que le siguen, con un 32.5%, las obras cuyo PSS se encuentra entre 100 y 250 miles de euros.

En la muestra, el porcentaje que supone el importe del Plan de Seguridad y Salud con respecto al PEC supone un valor medio de un 1.18 % (ver Tabla 5.2). Los valores mínimo y máximo son, respectivamente, 0.31% para la obra de GR/41/2/9-5-2008 cuyo PEC asciende a 48942206.47€ y un máximo de un 4.38 % para la obra de ME/2/16/2-8-2007 con PEC de 438727.33€.

Según la tipología de la construcción, se presentan los importes en valor absoluto del PEC y del PSS del total de las obras de la tipología, así como el porcentaje que supone el presupuesto del PSS con respecto al PEC para esa tipología, que se distribuye como sigue:

⁴⁹ El Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud resulta de la valoración económica de las medidas que se derivan de la aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico en las obras y/o de las medidas o propuestas alternativas que se desarrollen al analizar y estudiar las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico (MTAS, 1997).

⁵⁰ El Plan de Seguridad y Salud es el documento en el que se analizan, estudian, desarrollan y complementan las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, en función del sistema de ejecución de la obra elegido por el contratista adjudicatario de la misma.

⁵¹ Según el RD 1627/97, la valoración económica del Plan de Seguridad y Salud no podrá implicar disminución del importe total de las medidas preventivas propuestas en el Estudio de Seguridad y Salud, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 (MTAS, 1997).

	TIPOLOGÍA DE LAS OBRAS	N° OBRAS	TOTAL P.E.C.	TOTAL P.S.S.	%PSS/PEC
Edificación	Unifamiliar	14	184173177.92	2405645.15	1.31%
	Singular	7	143019183.50	1443707.21	1.01%
	Residencial	1	2616939.83	50043.96	1.91%
	Parking	2	6287301.56	62083.00	0.99%
Obra Civil	Carreteras	5	113971380.51	720315.81	0.63%
	Paseo Marítimo	1	3243326.90	20193.37	0.62%
	Ferrocarril	1	88854964.25	1543664.18	1.74%
	Vertedero	1	17878667.05	193947.28	1.08%
	Urbanización	1	438727.73	19226.69	4.38%
	Hidráulica	5	11428633.12	91138.27	0.80%
	Aeropuerto	2	12810627.56	340462.73	2.66%
TOTALES		40	584722929.93	6890427.65	1.18%

Tabla 5.2. Porcentaje del presupuesto de plan de Seguridad y Salud por tipologías.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.5. Plazo de ejecución.

Otra variable relevante de la muestra de estudio, es el tiempo de ejecución contratado para la ejecución de las obras. En el 48% de las obras estudiadas, el plazo de ejecución contractual está comprendido entre 18 y 24 meses, como vemos en la Gráfico 5.6.

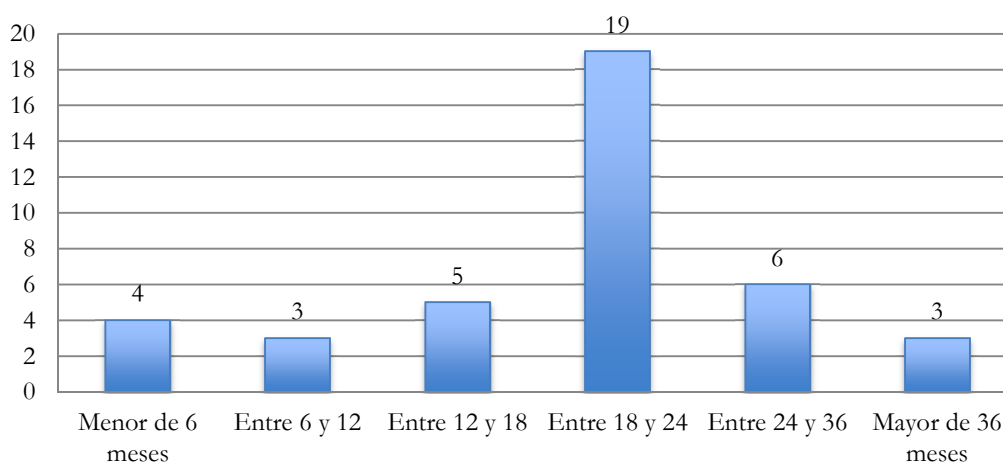


Gráfico 5.6. Número de obras por tiempo (plazo) de ejecución contratado.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.6. Grado de Avance.

Pasamos a continuación a describir la variable *Grado de Avance*. La descripción de esta variable es importante, ya que a lo largo de la investigación es utilizada como un elemento de referencia y de contraste de la muestra. En la fase de trabajo de campo llevada a cabo en el desarrollo de la investigación, cada una de las obras se encontraba en un momento concreto de su desarrollo y, por tanto, en distintas fases de ejecución. Este aspecto ha influido en el estudio, aunque hay que señalar que el 55% de las obras están cercanas a su finalización con más del 80% de la producción ejecutada (ver Tabla 6.3).

Definimos el Grado de Avance –en lo que sigue, GA- como el tanto por ciento de obra ejecutada con respecto al 100% de la producción total del proyecto de construcción, medida en términos económicos.

GRADO DE AVANCE	Nº de Obras	% sobre el total	% acumulado
Entre 90% y 100%	18	45	45
Entre 80% y 90%	4	10	55
Entre 70% y 80%	1	2.5	57.5
Entre 60% y 70%	0	0	57.5
Entre 50% y 60%	3	7.5	65
Entre 40% y 50%	2	5	70
Entre 30% y 40%	3	7.5	77.5
Entre 20% y 30%	2	5	82.5
Entre 10% y 20%	3	7.5	90
Menor del 10%	4	10	100
TOTALES	40		40

Tabla 5.3. Número de obras según el Grado de Avance. Porcentajes sobre el total y acumulados.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.7. Baja de adjudicación.

En el proceso de licitación de una obra se definen los siguientes conceptos:

- El *Precio de licitación* es aquél que el contratista oferta para la ejecución de una obra.
- El *Precio de adjudicación* es el precio al que finalmente se contrata la obra.

La baja de adjudicación representa la diferencia entre el PEC del proyecto aprobado y el importe de la oferta seleccionada o de adjudicación. El coeficiente de baja es el resultado de dividir el importe de la oferta seleccionada por el presupuesto base de licitación, expresado en tanto por ciento. Este coeficiente de baja se utilizará para obtener los importes líquidos de abono al contratista.

Según que la promoción sea privada o pública obtenemos los gráficos 5.7 y 5.8, respectivamente, en los que se observa que, en las obras privadas, destacan las obras cuyas adjudicaciones están entre el tipo (es decir con un 0% de coeficiente de baja) y el 5%, mientras que en las obras públicas el 32% de las obras tiene bajas de adjudicación que oscilan entre el 10 y el 15%.

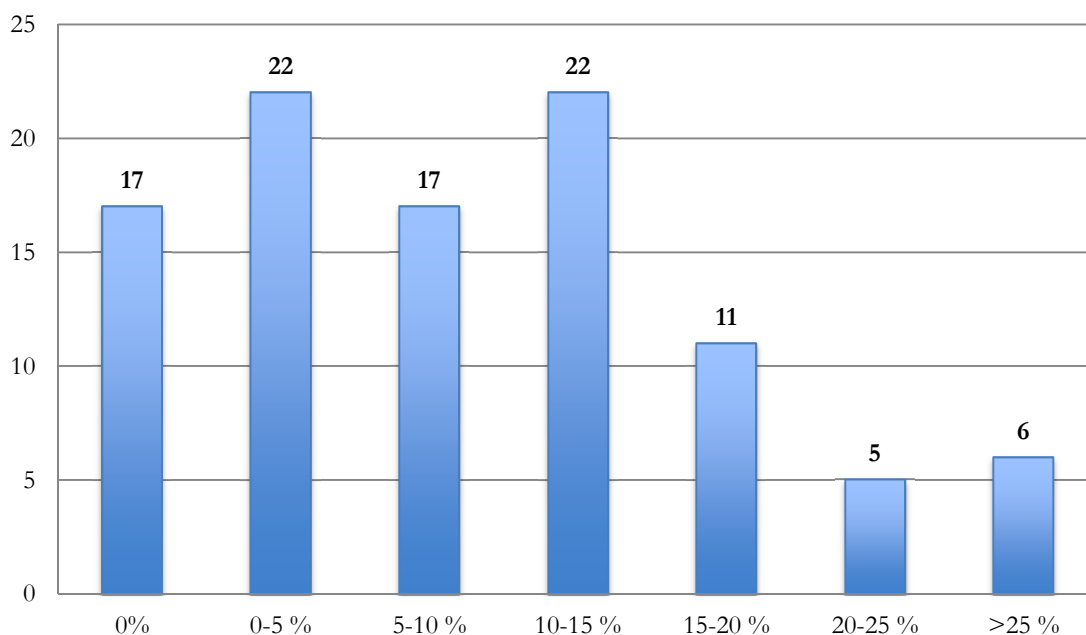


Gráfico 5.7. Distribución del porcentaje de obras según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación con respecto al total de las obras privadas.

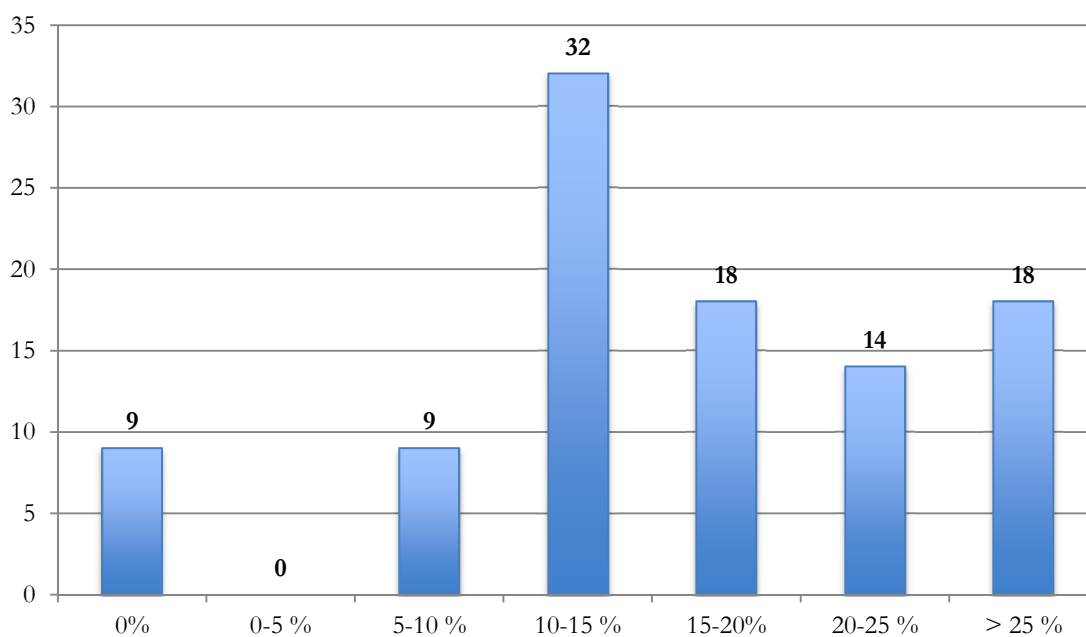


Gráfico 5.8. Distribución del porcentaje de obras según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación con respecto al total de las obras públicas.

Según las tipologías de obra en la gráfico continuación, se representan el número de obras de la muestra y las bajas de adjudicación con las que se han contratado:

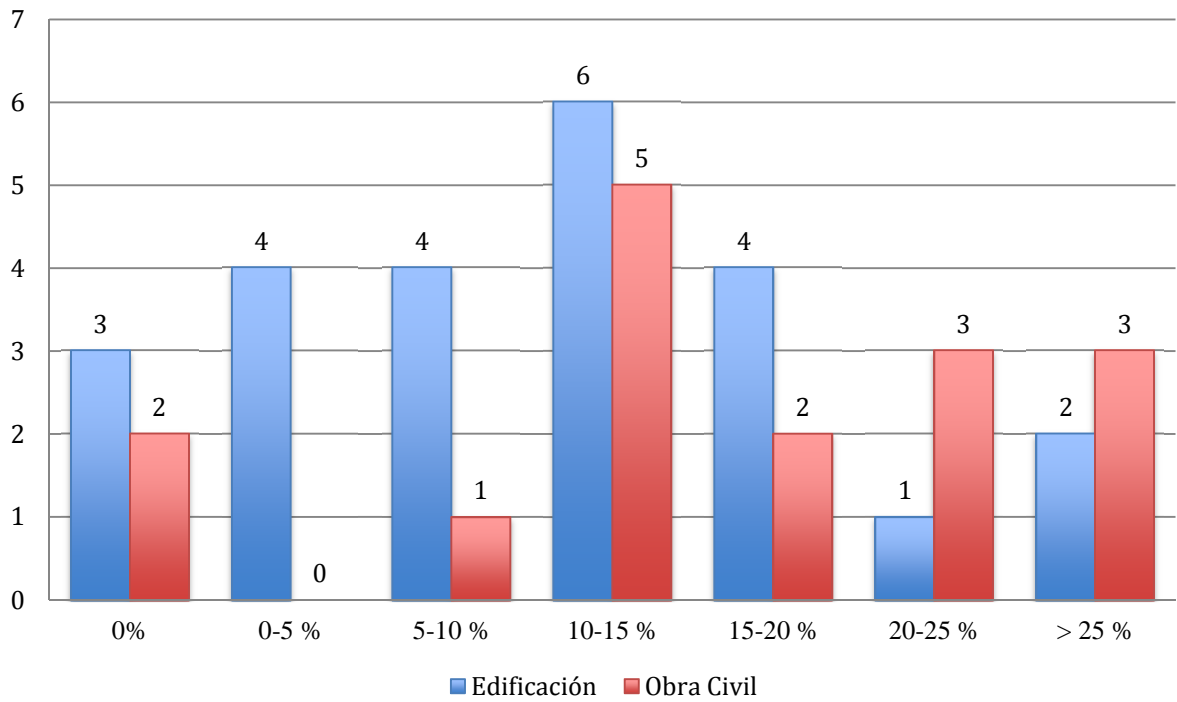


Gráfico 5.9. Distribución del número de obras de la muestra según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación y según tipología de obra.

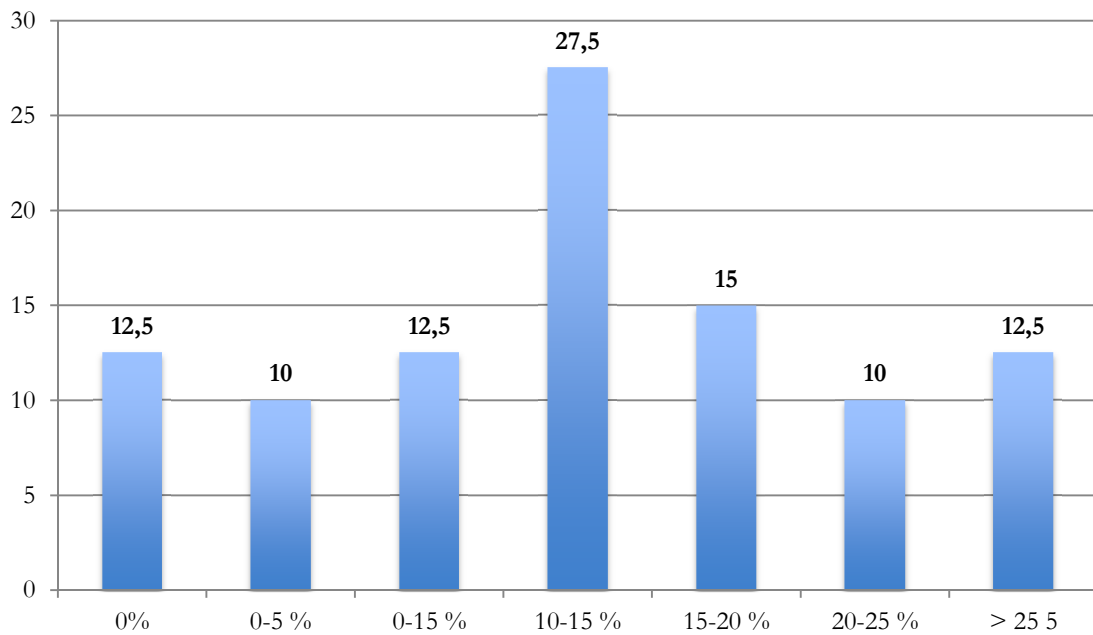


Gráfico 5.10. Distribución del porcentaje de obras según intervalo del coeficiente de baja de adjudicación con respecto al total de las obras de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.10 se representa el porcentaje total de las obras según las bajas de adjudicación. Del análisis de los gráficos 5.9 y 5.10 se deduce que las mayores bajas de adjudicación corresponden a las obras de obra civil, un 15% del total de la muestra presentan coeficientes de

baja mayores del 20% (3 obras con bajas de adjudicación de más del 25% y 3 obras con bajas entre el 20 y el 25%), y que el 27.5% del total de las obras de la muestra se encuentra en bajas de adjudicación comprendidas entre el 10% y el 15%.

5.1.8. Tipología de contratación. Trabajadores y empresas subcontratistas.

El tipo de contrato y su influencia en los niveles de siniestralidad ha sido puesto de relieve por diversos autores (Guadalupe, 2003). Los trabajadores con contratos fijos reciben distintas atenciones en materia preventiva que los temporales (Camino *et al.*, 2008). Por otro lado, la subcontratación y el tamaño de las empresas son variables que también deben ser consideradas como posibles causas de los niveles de siniestralidad laboral (Hinze, 2002). En esta investigación, se distingue entre los trabajadores propios, los contratados por el contratista principal de la obra, y los de las empresas subcontratadas. Por lo tanto, dan lugar a las variables: *trabajadores propios* y *trabajadores de empresas subcontratadas* en la muestra.

El número de trabajadores asignado a una obra y los que en un momento determinado pueda haber no tienen por qué coincidir ya que depende de factores coyunturales como pueden ser los ritmos de trabajo, la definición del proyecto, los condicionantes económicos, los plazos de terminación o la fase de ejecución en la que se encuentre la obra. Por este motivo, en el análisis que posteriormente se hace, utilizaremos el número de trabajadores medio por mes como estrategia de normalización de los datos entre las distintas obras para que puedan ser comparables entre sí al haber eliminado la variable duración.

El seguimiento mensual del número de trabajadores en la obra nos aporta los datos estadísticos que aparecen en la Tabla 5.4. En ella, cabe destacar que la media de trabajadores propios en las obras civiles (5.27) es mayor que en las de edificación (3.52). En cambio, la media de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratistas resulta mayor en las obras de edificación (8.21) que en las obras civiles (2.89). Por otro lado, la media de empresas subcontratadas asciende a 4.25 en las obras de edificación, frente a 1.84 en las obras civiles.

	Nº OBRAS	MEDIA MENSUAL DE TRABAJADORES PROPIOS	MEDIA MENSUAL DE TRABAJADORES DE EMPRESAS SUBCONTRATISTAS	MEDIA MENSUAL DE EMPRESAS SUBCONTRATADAS
EDIFICACIÓN	24	3.52	8.21	4.25
OBRA CIVIL	16	5.27	2.89	1.84
TOTAL	40	4.22	7.97	4.39

Tabla 5.4. Distribución media de trabajadores en obra según empresa de procedencia.
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5.5 figuran las medias mensuales de trabajadores propios, los subcontratados, los totales y la de empresas subcontratistas, según cada tipología de obra.

	Unifamiliar	Singular	Residencial	Parking	Total ED	Carreteras	Paseo Marítimo	Ferrocarril	Vertedero	Urbanización	Hidráulica	Aeropuerto	Total OC	TOTAL
Nº OBRA MUESTRA		7.00	1.00	2.00	24.00	5.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	2.00	16.00	40.00
MEDIA MENSUAL DE TRABAJADORES PERSONAL PROPIO	3.67	2.91	3.02	4.85	3.52	6.04	3.02	8.00	18.24	0.00	4.36	1.51	5.27	4.22
MEDIA MENSUAL DE TRABAJADORES PERSONAL DE E. SUBCONTRATISTA	7.67	22.35	0.69	2.15	8.21	6.01	9.40	3.06	0.03	0.09	1.33	0.28	2.89	7.97
MEDIA MENSUAL TOTAL DE TRABAJADORES	11.34	25.25	3.71	7.00	11.82	12.06	12.42	11.06	18.27	0.09	5.69	1.79	8.77	12.18
MEDIA MENSUAL DE EMPRESAS SUBCONTRATADAS	5.82	7.34	1.06	2.80	4.25	3.97	1.18	2.55	0.83	0.50	1.10	2.77	1.84	4.39

Tabla 5.5. Número de trabajadores propios, de empresas subcontratista y empresas subcontratadas, según tipología de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

Según el número de trabajadores totales que figura en la Tabla 5.5 podemos observar que la media mensual de trabajadores totales es, en valor absoluto, de 12.18 trabajadores por obra, de los cuales, 7.97 es la media mensual de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratadas, es decir, el 66.4%, y 4.22 corresponde a la media mensual de trabajadores de personal propio en la obra, el 33.6%. El número medio de empresas subcontratistas en el mes es de 4.39.

Lo más interesante a destacar de las tablas anteriores es el hecho de que, en el caso de las obras de edificación, la proporción anteriormente comentada se mantiene. Esto se debe a que el promedio de empresas subcontratadas es 4.25 mientras que el de trabajadores totales es 11.82. Así mismo, se mantiene la proporción de 8.21 trabajadores de media de personal perteneciente a empresas subcontratadas, que en este caso supone el 75%. Esto no ocurre en la obra civil, donde la media de trabajadores totales es de 8.77 frente al 60% de personal propio (5.27) y un 40% de empresas subcontratistas (2.89).

En cuanto a la media de empresas subcontratistas en la obra, comprobamos que en obras de edificación es de 4.25 empresas al mes y en obra civil 1.94 empresas. Las obras de mayor número de personal propio es el formado por las de carreteras y ferrocarril, mientras que las obras con mayor número de personal de empresas subcontratadas son las singulares y unifamiliares.

5.1.9. Accidentes.

En la muestra elegida se han producido un total de 178 accidentes en diferentes momentos de avance de las obras. Estos accidentes han afectado tanto al personal propio de las empresas seleccionadas (86), como al personal de empresas subcontratadas por aquellas (92), que

suponen un 48.31% y un 51.69 %, respectivamente, del total de los accidentes (ver Tabla 5.6)⁵², no recogiendo ningún accidente de trabajadores autónomos. En la Tabla 5.6 se observa que los accidentes presentan la siguiente distribución:

- En edificación, el 59.68% son accidentados de personal perteneciente a empresa subcontratista y el 40.32% de personal propio.
- En obra civil, el 33.33% son accidentados de personal perteneciente a empresa subcontratista y el 66.67% de personal propio.

El número de accidentes de *personal propio* es mayor en las obras civiles, ya que, generalmente, en sus distintas tipologías se trabaja con mano de obra directa o de personal propio, aunque también se realizan trabajos más o menos específicos con trabajadores de empresas subcontratadas. Ocurre, pues, lo contrario que en edificación, en donde es más habitual trabajar con mano de obra de empresas subcontratadas.

Según el tipo de promotor, encontramos que el número de accidentes en las obras privadas es un total de 83. Esta cifra supone un 46.63% del total de accidentes, de los cuales 31 son de personal propio y 52 de personal de la empresa subcontratistas. Observamos un primer indicio de la influencia de las empresas subcontratadas en el ámbito de la obra privada y de la edificación ya que todas las obras privadas de la muestra son de edificación. Dentro de las obras de carácter público se producen un total de 95 accidentes, un 53.37%, de los que 55 afectan a personal propio y 40 a personal de empresas subcontratadas (ver Tabla 5.6).

Total Accidentes 178					
PP (Personal Propio)			PS (Personal Empresa Subcontratista)		
	86	48.31%		92	51.69%
Promotor					
Privado	83	46.63%	Público	95	53.37%
PP	51	61.45%	PP	55	57.89%
PS	32	38.55%	PS	40	42.11%
Tipo de obra					
Edificación	124	69.66%	Obra Civil	54	30.34%
PP	50	40.32%	PP	36	66.67%
PS	74	59.68%	PS	18	33.33%

Tabla 5.6. Accidentes totales y distribución según tipo de promotor, de obra y de contrato.
Fuente: Elaboración propia.

Según la tipología de obra, es decir, obra civil o edificación, observamos que, en el primer grupo, se producen un total de 54 accidentes, es decir, un 30.34%, de los cuales 36 afectan a trabajadores del personal propio y 18 a trabajadores del personal perteneciente a empresas subcontratadas.

⁵² Es importante reseñar que, el personal propio de las empresas en el caso de los accidentados son profesionales con responsabilidades menores, como peones de obra, mientras que, en el caso de personal de empresas subcontratadas, afectan a otras categorías profesionales, como oficiales y jefes de cuadrilla.

Mientras que en el grupo de obras de edificación, se producen un total de 124 accidentes, que suponen un 69.66% de total, y que se distribuyen en 50 trabajadores del personal propio y 74 trabajadores de empresas subcontratistas (ver Tabla 5.6).

Por tanto, en la muestra de estudio, se pone de manifiesto que es en las obras de edificación en las que se produce mayor accidentalidad, un 69.66% de los accidentes -que corresponde a 124 accidentes en valor absoluto-, de los que un 59.68% afecta a los empleados pertenecientes a empresas subcontratadas. Sin embargo, en obra civil se produce un número menor de accidentes, un 30.34% de los accidentes de la muestra, destacando, un 66.67% los accidentes sobre el personal propio (ver Tabla 5.6).

Según a las diferentes tipologías de construcción, en la Tabla 5.7 se relacionan los accidentes ocurridos en cada tipo de obra y el número de trabajadores afectados en cada una de ellas.

		Nº Obra de la tipología Muestra	Nº Accidentes personal propio	% sobre el total de la tipología	Nº Accidentes personal de empresas subcontratistas	% sobre el total de la tipología	TOTAL ACCIDENTES	% sobre el total de los accidentes
EDIFICACIÓN	Unifamiliar	14.00	21.00	37.50	35.00	62.50	56.00	31.46
	Singular	7.00	22.00	37.29	37.00	62.71	59.00	33.15
	Residencial	1.00	4.00	100.00%	0.00	0.00	4.00	2.25
	Parking	2.00	3.00	60.00	2.00	40.00	5.00	2.81
	Total ED	24.00	50.00	40.32	74.00	59.68	124.00	69.66
OBRA CIVIL	Carreteras	5.00	19.00	22.09	6.00	6.52	25.00	14.04
	Edificación	1.00	1.00	1.16	0.00	0.00	1.00	0.56
	Ferrocarril	1.00	13.00	15.12	11.00	11.96	24.00	13.48
	Vertedero	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	Urbanización	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	Hidráulica	5.00	2.00	2.33	0.00	0.00	2.00	1.120
	Obra Civil	2.00	1.00	1.16	1.00	1.09	2.00	1.12
	Total OC	16.00	36.00	66.67	18.00	33.33	54.00	30.34
TOTALES		40.00	86.00	48.31	92.00	51.69	178.00	100

Tabla 5.7. Distribución de accidentes según el tipo de obra de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.11 se representan, el número de accidentes en valor absoluto recogidos en cada categoría de obra y según sean de obra civil o edificación. Destacan, en número absoluto, los accidentes ocurridos en las obras incluidas en la categoría *singulares* y en la categoría *unifamiliares*, en el grupo de obras de edificación y las de *ferrocarril* y *carreteras*, en las de obra civil.

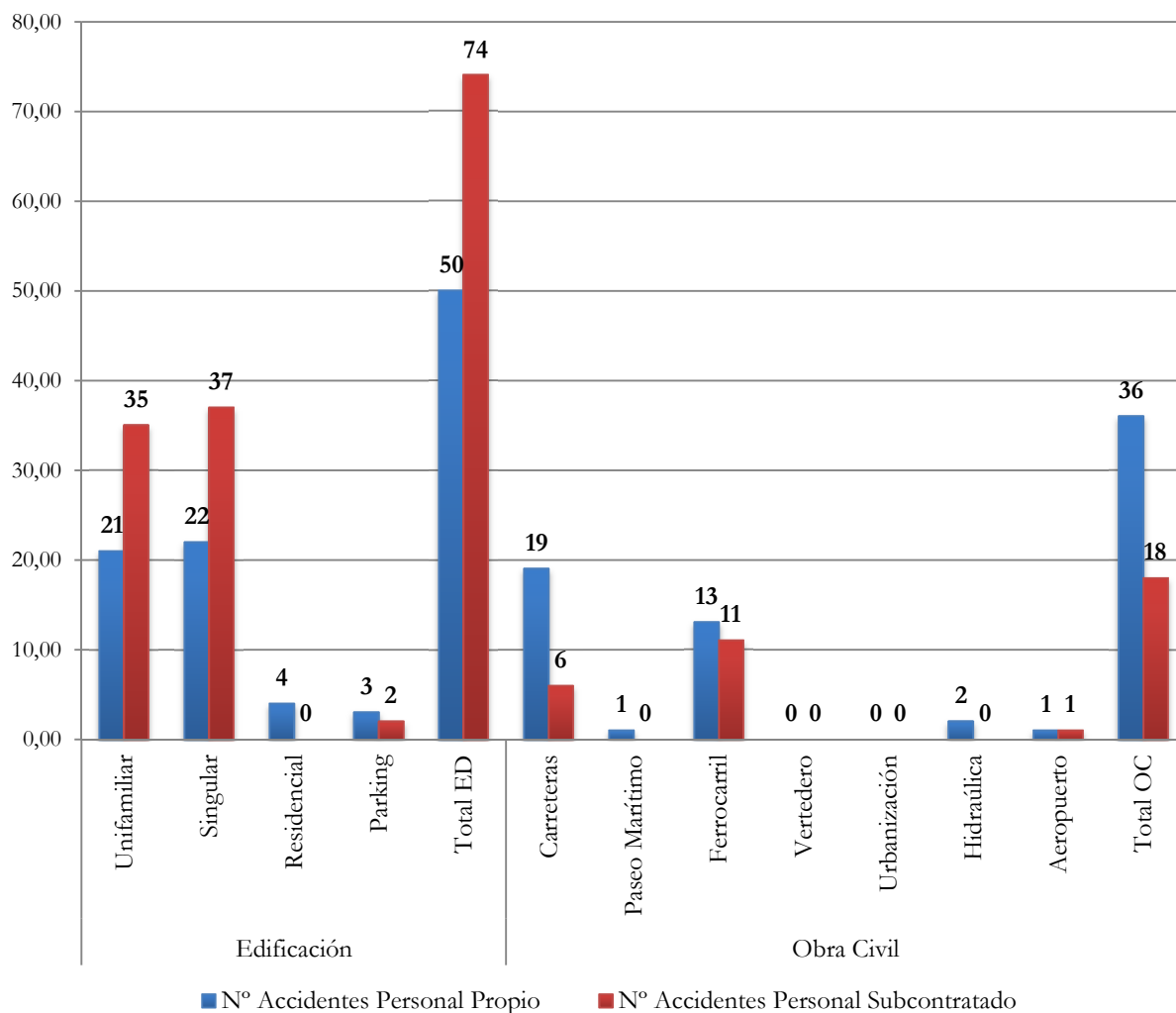


Gráfico 5.11. Distribución de accidentes de personal propio y subcontratado por tipologías de obras.
Fuente: Elaboración propia.

Si representamos los datos del Gráfico 5.11 en relación al número de trabajadores en cada tipología de obra, obtenemos la Tabla 5.8.

		Nº Obras Muestra	Total trabajadores propios	Total trabajadores de empresas subcontratadas	Nº Accidentes Personal Propio	I.I. ⁵³	Nº Accidentes Personal Empresas Subcontratadas	I.I.	TOTAL ACCIDENTES
EDIFICACIÓN	Unifamiliar	14.00	4049.00	8042.00	21.00	5.19	35.00	4.35	56.00
	Singular	7.00	2540.00	5652.00	22.00	8.66	37.00	6.54	59.00
	Residencial	1.00	137.00	46.00	4.00	29.20	0.00	0.00	4.00
	Parking	2.00	586.00	535.00	3.00	5.12	2.00	3.74	5.00
	Total ED	24.00	7312.00	14275.00	50.00	6.84	74.00	5.18	124.00
OBRA CIVIL	Carreteras	5.00	1172.00	2284.00	19.00	16.21	6.00	2.63	25.00
	Edificación	1.00	83.00	67.00	1.00	12.05	0.00	0.00	1.00
	Ferrocarril	1.00	893.00	4521.00	13.00	14.56	11.00	2.43	24.00
	Vertedero	1.00	82.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Urbanización	1.00	11.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Hidráulica	5.00	447.00	353.00	2.00	4.47	0.00	0.00	2.00
	Obra Civil	2.00	64.00	38.00	1.00	15.63	1.00	26.31	2.00
	Total OC	16.00	2752.00	7.271.00	36.00	13.08	18.00	2.47	54.00
TOTALES			40.00	10064.00	21546.00	86.00	8.54	92.00	4.26

Tabla 5.8. Índices de incidencia por tipologías de las obras.
Fuente: Elaboración propia.

⁵³ Número de accidentes ocurridos por cada mil personas expuestas (Bestraten y Turmo, 1982).

El valor medio del *Índice de incidencia*⁵⁴ es de un 43.17%. El Índice de incidencia total de la muestra es mayor en los accidentados del personal propio 8.54, frente al 4.26 de Índice de incidencia de personal de empresas subcontratistas. Este hecho puede deberse entre otros motivos a que, por lo general, se dispone de mayor información de los accidentes del personal propio.

Según la *tipología de obra*, es mayor el Índice de incidencia de accidentados de personal propio en la obra de obra civil (13.08) que en el de personal de empresas subcontratistas en el caso de la edificación (5.18).

Según el *plazo de ejecución* contratado de la obra, se observa que para obras de plazo de ejecución menores de 12 meses no se producen accidentes. Esta circunstancia puede deberse a que, en nuestra muestra, las obras de menor plazo de ejecución presentan menor riesgo y requieren menor subcontratación y utilizan medios auxiliares y maquinaria menos sofisticados.

En las obras en las que el plazo de ejecución se encuentra entre 12 y 24 meses se presenta el máximo de accidentalidad, con un 62.9% de los accidentes.

Nº ACCIDENTES				
PLAZO	Nº de Obras	Personal Propio	Personal Subcontratado	TOTAL
Menor de 6 meses	4	0.00	0.00	0.00
Entre 6 y 12	3	0.00	0.00	0.00
Entre 12 y 18	5	8.00	13.00	21.00
Entre 18 y 24	19	44.00	47.00	91.00
Entre 24 y 36	6	11.00	8.00	19.00
Mayor de 36 meses	3	23.00	24.00	47.00
	40	86	92	178

Tabla 5.9. Número de accidentes según plazo de ejecución contratado.
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, debemos decir que esto supondría un dato representativo si todas las obras estuvieran terminadas completamente pero, al no ser este el caso, consideraremos el GA para establecer comparaciones.

En lo que sigue, incluiremos las obras cuyo GA esté comprendido entre el 90 y 100 % dentro de la categoría: *obras al 100%*, ya que tanto unas como otras presentan unas características muy similares en cuanto se refiere a los riesgos y a las condiciones de Seguridad y Salud. Así, pues, englobamos en esta categoría a 18 obras de la muestra de estudio, que suponen un 45% de la misma.

Teniendo en cuenta la premisa anterior, los accidentes ocurridos en las obras de la muestra, dados en valores absolutos, se distribuyen según se contempla en la Tabla 5.10.

⁵⁴ Número de accidentes ocurridos por cada mil personas expuestas (Bestraten y Turmo, 1982).

N° Accidentes en obras con GA > 90%					
PLAZO CONTRATADO (en meses)	N° de Obras	Accidentados Personal Propio	Accidentados Personal Empresas Subcontratistas	TOTAL GA90	% TOTAL GA90/TOTAL
Menor de 6	0	0	0	0.00	0.00
Entre 6 y 12	3	0	0	0.00	0.00
Entre 12 y 18	4	8	2	10.00	47.62
Entre 18 y 24	9	27	11	38.00	41.76
Entre 24 y 36	1	2	0	2.00	10.53
Mayor de 36	1	4	0	4.00	8.5
	18	41	13	54.00	30.33

Tabla 5.10. Número de accidentes según plazo de ejecución contratado para las obras con un Grado de Avance mayor del 90%.

Fuente: Elaboración propia.

En la distribución anterior se observa que el mayor número de los accidentes, 38 en valor absoluto, se produce en obras cuyo plazo de ejecución está entre 18 y 24 meses. También se comprueba que se producen 54 accidentes en esta categoría, lo que significa que un 30.3% del total de los accidentes de la muestra (178) se concentran en las obras con más de un 90% de su ejecución.

Según el grado de avance, la distribución del número total de accidentes a origen para la muestra, es decir, el número de accidentes acumulados ocurridos desde que se inicia la obra hasta el momento actual, es la que aparece en la Tabla 5.11.

N° Accidentes a origen					
GRADO DE AVANCE	N° de Obras	Personal Propio	Personal Subcontratado	TOTAL	% TOTAL/TOTAL DE LA MUESTRA
Menor del 10%	4	6	1	7	3.93
Entre 10% y 20%	3	0	10	10	5.62
Entre 20% y 30%	2	2	7	9	5.06
Entre 30% y 40%	3	13	22	35	19.66
Entre 40% y 50%	2	5	11	16	8.99
Entre 50% y 60%	3	13	18	31	17.42
Entre 60% y 70%	0	0	0	0	0.00
Entre 70% y 80%	1	0	0	0	0.00
Entre 80% y 90%	4	6	10	16	8.99
Entre 90% y 100%	18	41	13	54	30.34
	40	86	92	178	100.00

Tabla 5.11. Número de accidentes según GA.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la Tabla 5.11 podemos deducir que en la muestra de estudio hay un elevado número de los accidentes (46.07%) concentrados, entre el 30 y el 60%, durante el avance de la obra, disminuyendo en las fases posteriores y repuntando de nuevo en las fases de terminación.

Así mismo, comprobamos que para analizar los accidentes, y poder llegar a una conclusión generalizable, en función del plazo de ejecución, relacionando el número de accidentes a origen y el Grado de Avance, se deben estudiar todos los accidentes pormenorizadamente. Al conocer el momento en el que se produjeron los accidentes según el grado de ejecución de la obra, podemos referenciar el accidente mediante un GA modificado que denominamos *Grado de Avance Relativo a la fecha de la visita* –en lo que sigue, GAR-. De esta manera homogeneizamos más los datos y, a su vez, los hacemos más comparables (ver Gráfico 5.12).

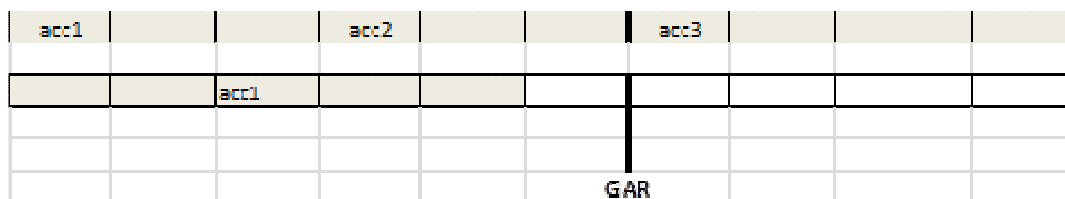


Gráfico 5.12. Grado de Avance Relativo.
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.12 se muestra, en dos obras de la muestra, tanto el GA como el GAR y los accidentes acaecidos en cada una de ellas según el GA. La primera (Obra 1) es una obra finalizada, con lo que el GA es del 100% y el número de accidentes en ella ha sido 3. En el segundo caso (Obra 2), con el mismo plazo de ejecución (representado por el número de celdas), en el momento de la visita, tiene un GA= 50% (representado por las celdas sombreadas) y un GAR= 83,33%. El número de accidentes de esa obra en el momento de la visita es igual a 1 y no sabemos qué va a ocurrir en un futuro. Luego otra posibilidad sería considerar que la Obra 1, con un GAR=100%, ha sufrido 2 accidentes.

Aplicando este nuevo valor, la Tabla 5.11 da lugar a la 5.12.

Nº Accidentes a origen				
GRADO DE AVANCE RELATIVO	Personal Propio	Personal Subcontratado	TOTAL	% TOTAL/TOTAL DE LA MUESTRA
Menor del 10%	11	7	18	10.11
Entre 10% y 20%	16	28	44	24.72
Entre 20% y 30%	18	22	40	22.47
Entre 30% y 40%	7	10	17	9.55
Entre 40% y 50%	7	7	14	7.87
Entre 50% y 60%	11	6	17	9.55
Entre 60% y 70%	6	7	13	7.30
Entre 70% y 80%	6	1	7	3.93
Entre 80% y 90%	1	2	3	1.69
Entre 90% y 100%	3	2	5	2.81
	86	92	178	100.00

Tabla 5.12. Número de accidentes en las obras de la muestra según Grado de Avance Relativo.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso, los datos demuestran que el 57.3% de los accidentes totales de la muestra se producen en el primer tercio de las obras. Este hecho puede estar justificado por las condiciones que se desarrollan en fase inicial, pues es en esta fase en la que coinciden circunstancias como:

- Desconocimiento de la obra por parte de los trabajadores y, por tanto, de las exigencias de la misma en materia Seguridad y Salud.
- Generalmente, se ejecutan los trabajos de cimentación, estructura y movimiento de tierras,
- Simultaneidad en la ejecución de los distintos oficios dentro de la obra.

De los datos recogidos en la ficha de la investigación de cada accidente se deduce el número de accidentes que se producen *según la fase de ejecución*, relacionando los mismos con los trabajos que se estaban desarrollando en el momento que acaecen.

En la Tabla 5.13 se representan las fases en las que han ocurrido los accidentes en las obras de nuestra muestra indicando el número de personas accidentadas, tanto del personal propio como del de empresas subcontratadas.

FASE DE EJECUCIÓN	Nº Accidentes			
	Personal Propio	Personal Subcontratado	Personal total por fase	%TOTAL FASE/TOTAL
Estructura	35	62	97	54.49
Mov. Tierras	22	3	25	14.04
Acabados	5	6	11	6.18
Instalaciones	2	9	11	6.18
Cerramiento	6	3	9	5.05
Urbanización	4	3	7	3.93
Drenaje	3	3	6	3.37
Cimentación	0	3	3	1.68
Aglomerado	2	0	2	1.12
Gruistas	2	0	2	1.12
Replanteo	2	0	2	1.12
Zanjas	2	0	2	1.12
Otros	1	0	1	0.56
TOTAL ACCIDENTADOS	86	92	178	100.00

Tabla 5.13. Número de accidentes según fase de ejecución.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobamos que el 54.49% de los accidentes totales, se producen en la fase de estructura, el 14.04% en el movimiento de tierras y el resto se reparte entre las demás fases. En las fases de estructuras se concentran algunas de los riesgos de accidente con peores consecuencias, como las caídas de altura (Huang & Hinze, 2003). En el Gráfico 5.13 se representan los accidentes en las obras de la muestra, destacando que el mayor número se da en fase de estructura y le siguen el movimiento de tierras, aunque con una repercusión cuatro veces menor.

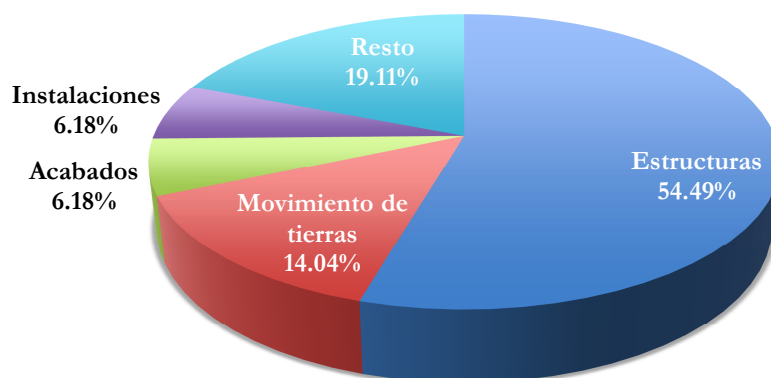


Gráfico 5.13. Distribución de accidentes según fase de ejecución.
Fuente: Elaboración propia.

FASE DE EJECUCIÓN	Nº DE ACCIDENTADOS DE PERSONAL PROPIO		Nº DE ACCIDENTADOS DE PERSONAL DE EMPRESAS SUBCONTRATISTAS		TOTAL ACCIDENTADOS POR FASE
	Nº de accidentados	% de accidentados sobre el total de cada fase	Nº de accidentados	% de accidentados sobre el total de cada fase	
Estructura	35	36.08	62	63.90	97
Mov. Tierras	22	88.00	3	12.00	25
Acabados	5	45.45	6	54.54	11
Instalaciones	2	18.18	9	81.81	11
Cerramiento	6	66.66	3	33.33	9
Urbanización	4	57.14	3	42.85	7
Drenaje	3	50.00	3	50.00	6
Cimentación	0	0.00	3	100.00	3
Aglomerado	2	100.00	0	0.00	2
Gruistas	2	100.00	0	0.00	2
Replanteo	2	100.00	0	0.00	2
Zanjas	2	100.00	0	0.00	2
Otros	1	100.00	0	0.00	1
TOTAL	86		92		178

Tabla 5.14. Distribución de accidentes del personal propio y de empresas subcontratistas por fases de ejecución.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, analicemos el número de accidentes acaecidos en las obras de nuestra muestra *según el personal* accidentado. Como ya se ha dicho, en la muestra se produjeron 86 accidentes de personal propio y 92 accidentes de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratistas que corresponde a un 48.31% y un 51.68%, respectivamente, del número total de accidentes. Esta distribución no se mantiene proporcionalmente cuando se analizan, en las distintas fases de ejecución, los accidentados del personal propio y del personal de empresas subcontratistas. Así mismo, se observa que, en la fase de estructura, el número de accidentados de personal propio representa el 36.08% respecto al número total de accidentes, frente al 63.90% del personal perteneciente a empresas subcontratadas. Así mismo, en la fase de movimiento de tierras, el 88% del total de los accidentados corresponde a personal propio, frente al 12% que representa

el personal de empresas subcontratadas. En la Tabla 5.14 figuran todos los datos que avalan las afirmaciones anteriores y permiten ordenar las fases de mayor a menor accidentalidad.

5.1.10. Índice de incidencia.

En la descripción de las variables realizadas hasta el momento nos hemos centrado en los valores absolutos. Sin embargo, en alguna ocasión hemos hecho referencia a índices relativos como el *Índice de incidencia*.

$$I.I. = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores}} \times 10^3$$

Hemos comprobado que, en la muestra, es un indicador que se mantiene relativamente constante, independientemente del PEM de la obra. Podemos adelantar que el número de accidentes es proporcional al número de trabajadores (ver Gráfico 5.14). Así, pues, en las obras grandes, en las que hay mayor número de trabajadores, se producen accidentes, en mayor o menor número que en las obras pequeñas, y resultan muchas más personas accidentadas, mientras que en obras pequeñas, con menos trabajadores, se observa un menor número de accidentes y, por ende, de accidentados.

El valor medio del Índice de incidencia en nuestra muestra es de 43.14. Si se compara con el del sector de la Construcción en el año 2007, que fue de 127.46 (INSHT, 2007)⁵⁵, el Índice de incidencia de nuestra muestra está muy por debajo. En cambio, si lo comparamos con el de siniestralidad total del año 2011 (INSHT, 2012), que es de 58.19, está mucho más cercano.

Si, además, se tiene en cuenta el GA, en las que sea superior al 90%, el valor medio del Índice de incidencia resulta 26.60 que es, prácticamente, la mitad que el anteriormente calculado.

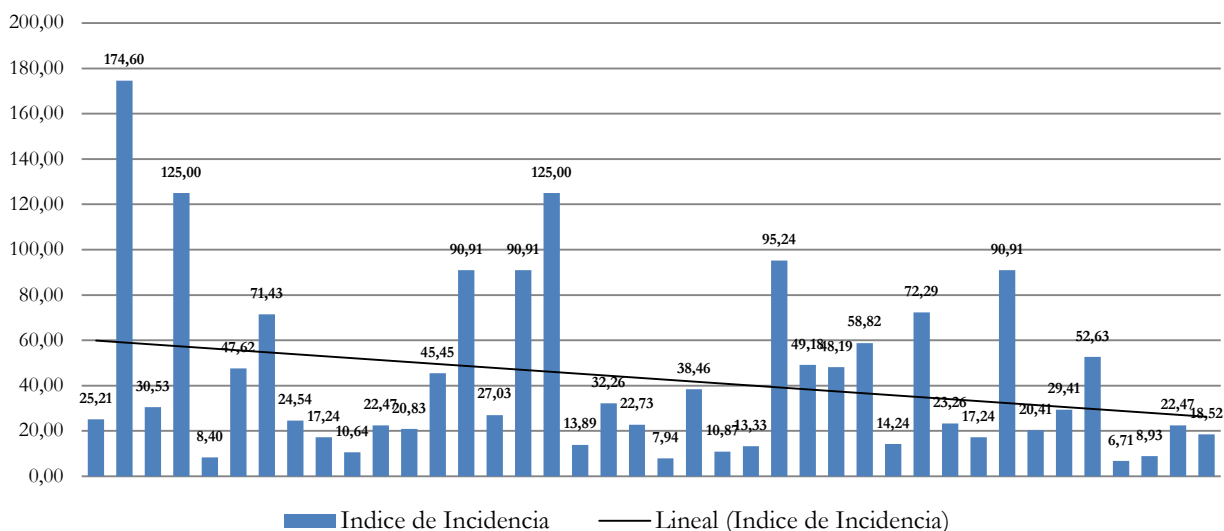


Gráfico 5.14. Índice de incidencia en función del PEM.
Fuente: Elaboración propia.

⁵⁵ Realizamos la comparación con los datos del año 2007, ya que es el periodo en el que se llevó a cabo la toma de datos de la investigación.

5.1.11. Índice de frecuencia.

El *Índice de frecuencia* representa la relación entre el número de accidentes y las horas trabajadas. Por tanto, para calcular este índice no deben incluirse los accidentes “*in itinere*” ya que se han producido fuera de horas de trabajo. Este índice aporta una información más precisa que el de incidencia ya que para calcularlo es necesario conocer, exactamente, las horas trabajadas. Se calcula mediante la expresión:

$$I.F. = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes}}{N^{\circ} \text{ de trabajadores}} \times 10^6$$

Si intentamos ajustarlo a una serie de tipo lineal, observamos, igual que en el caso anterior, que se mantiene prácticamente constante.

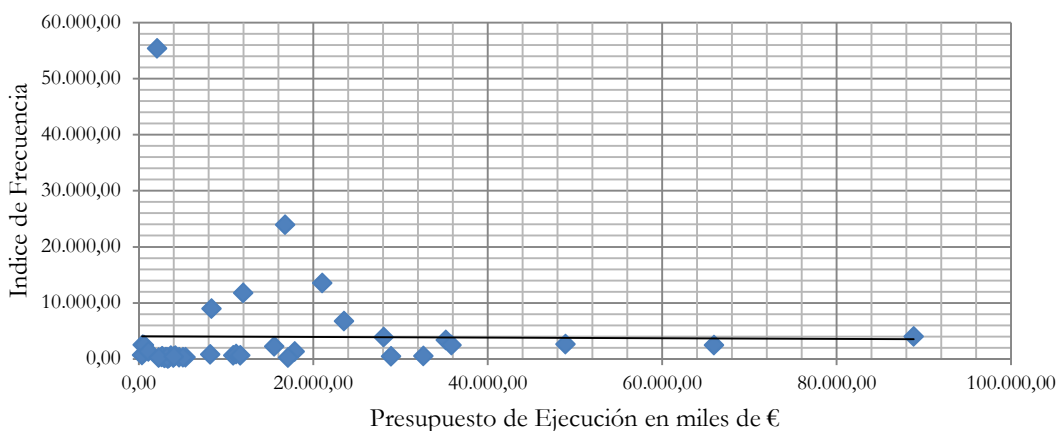


Gráfico 5.15. Índice de frecuencia en función del PEM.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.12. Coste de la Prevención o Coste de las medidas de la implantación de las medidas de Seguridad y Salud.

El coste total de la Prevención para las obras de la muestra asciende a 4270722.78 €, que están repartidos entre las distintas fases de ejecución.

Según el tipo de licitación, obra pública o privada, o bien de obra, edificación u obra civil, se obtienen los siguientes costes de la Prevención:

Total Coste Prevención	4270722.78€
Promotor	
Privado 1630564.73€ 38.18%	Público 2640158.05€ 61.82%
Tipología de obra	
Edificación 2756561.88€ 64.54%	Obra Civil 1514160.90€ 35.45%

Tabla 5.15. Coste de la implantación de medidas de protección en función de tipo de obra y de promotor.
Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo al promotor, en la obra pública de la muestra objeto de estudio el coste de la Prevención es mayor debido, fundamentalmente, a que la maquinaria y los medios auxiliares implicados en este tipo de obras tienen un mayor coste. En cuanto a la tipología de la construcción, el coste resulta mayor en las obras de edificación.

En la Tabla 5.16 se representan los datos en valor absoluto *según el GA*. En ella puede observarse que en las obras cuyo GA está entre el 50 y el 60%, el coste de la Prevención presenta un mayor valor absoluto, que corresponde a un 31.56% del coste de la Prevención total. En esta ocasión no se disponen de datos para hacer alguna consideración acerca del coste de la Prevención con respecto al GAR ya que no se tiene la información de cuándo se han colocado las medidas de protección. Así, pues, analizamos más adelante si existe relación estadística o no entre las variables *coste de la Prevención* y *GA*.

Coste de las medidas de Seguridad y Salud			
GRADO DE AVANCE	Nº de Obras	TOTAL (en €)	% COSTE TOTAL
Menor del 10%	4	150040.92	3.51
Entre 10% y 20%	3	220985.68	5.17
Entre 20% y 30%	2	152714.78	3.56
Entre 30% y 40%	3	872725.44	20.43
Entre 40% y 50%	2	250110.56	6.06
Entre 50% y 60%	3	1.357238.37	31.78
Entre 60% y 70%	0	0.00	0.00
Entre 70% y 80%	1	39585.54	0.93
Entre 80% y 90%	4	172443.52	4.04
Entre 90% y 100%	18	1.045877.97	24.49
	40	4270722.78	100

Tabla 5.16. Distribución del coste de la Prevención según el Grado de Avance.
Fuente: Elaboración propia.

Los datos de la Tabla 5.16 permiten la realización del Gráfico 5.16.

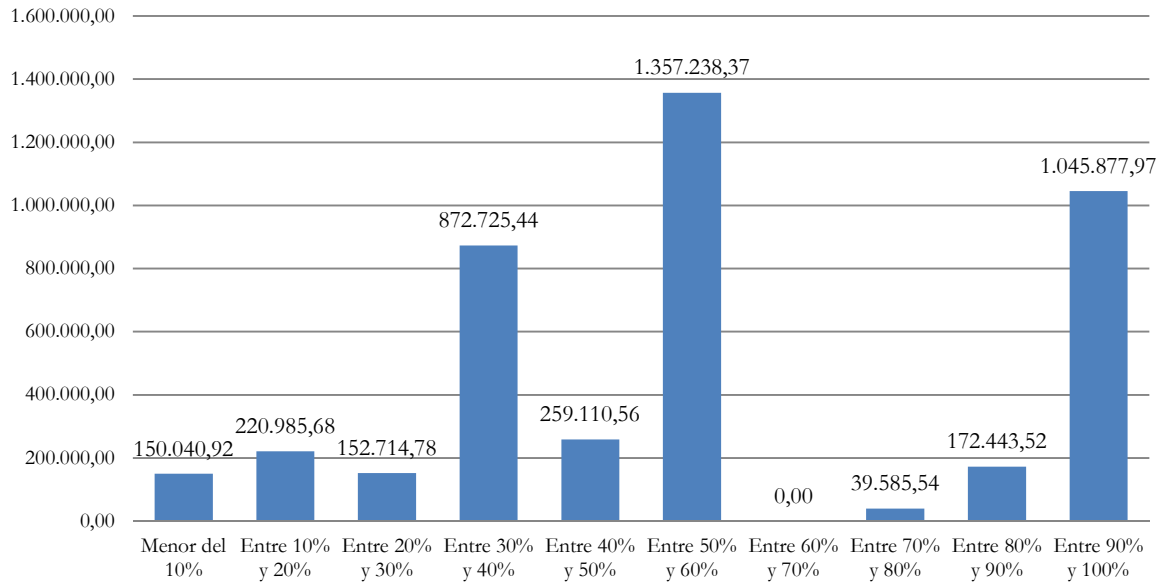


Gráfico 5.16. Coste de la Prevención según Grado de Avance.
Fuente: Elaboración propia.

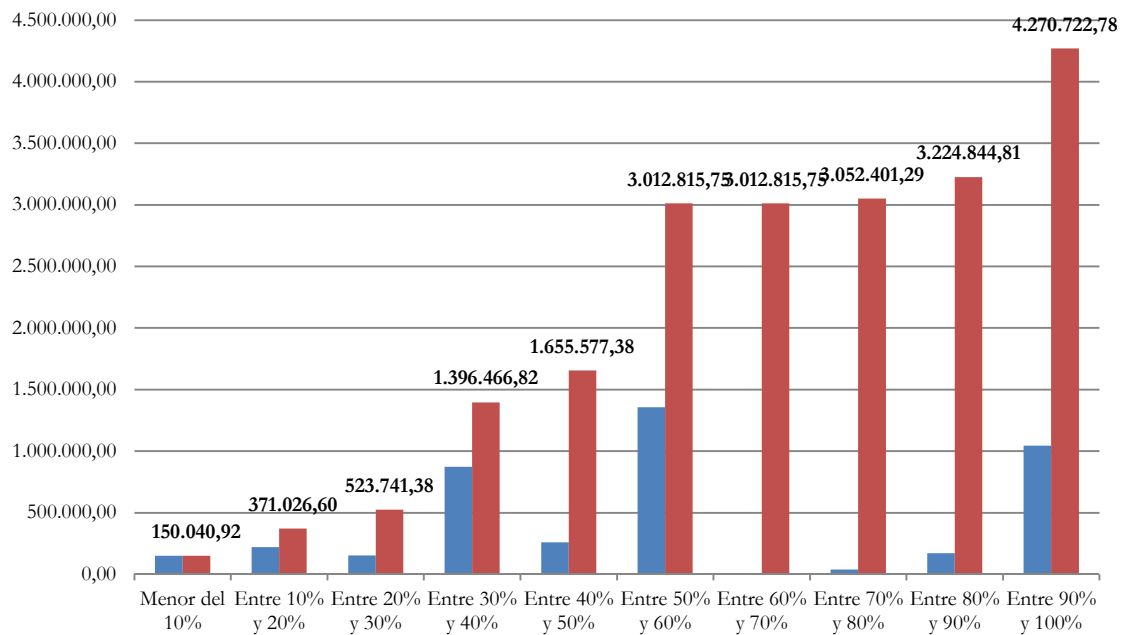


Gráfico 5.17. Coste de la Prevención acumulado según Grado de Avance.
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.17 se representan los datos del coste acumulado en función del grado de avance. Puede observarse que hasta el 50% existe una progresión creciente que se mantiene prácticamente constante hasta el final de la obra, momento en el que reaparece un nuevo repunten el coste.

El coste total de la Prevención según las distintas *tipologías de obras*, figura en la Tabla 5.17

	Tipología	Nº Obras Muestra	TOTAL COSTE (en €) POR TIPOLOGÍA	% SOBRE TOTAL COSTE MUESTRA
Edificación	Unifamiliar	14	1169057.61	27.37
	Singular	7	1495328.55	35.01
	Residencial	1	35381.90	0.83
	Parking	2	56793.82	1.33
Obra Civil	Carreteras	5	582590.32	13.64
	Paseo Marítimo	1	18625.47	0.44
	Ferrocarril	1	800045.87	18.73
	Vertedero	1	33170.60	0.78
	Urbanización	1	8645.01	0.20
	Hidráulica	5	70225.20	1.64
	Aeropuerto	2	858.43	0.02
		40	4270722.78	

Tabla 5.17. Coste (en €) en medidas de protección según tipología de obras.
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5.17 se observa que en las obras *unifamiliares, singulares, de carretera y de ferrocarriles* es mayor el porcentaje del coste de la Prevención sobre el coste de la Prevención total.

En la Tabla 5.18 figura, en valores absolutos para cada fase de obra, el coste de la Prevención *en función de las medidas colectivas* colocadas en cada fase. Así, por ejemplo, en la fase de estructuras, el coste de las plataformas de trabajo colocadas en el total de las obras asciende a 355760.89€ y el coste total de las medidas de protección -señalización de riegos, plataformas de trabajo, redes horizontales y verticales etc.-, para el cómputo total de las obras en las que se hayan colocado asciende a 1372115.44€.

Si se realiza el análisis en función de las medidas de protección utilizadas, puede observarse que la señalización de riesgos destaca en cimentaciones, muros, estructuras y zanjas, con, aproximadamente, 200 mil euros en cada una de las fases, mientras que en enfoscados y pinturas asciende únicamente a 5496.54€. Se pone así de manifiesto que la señalización de riesgos no es una medida de protección utilizada en las fases de finalización de obra. Si realizamos ese mismo análisis respecto de los andamios tubulares, el coste, tanto en cerramientos como en estructura, supera los 200 mil euros, destacando estas fases como las de mayor riesgo de caída en altura.

Las fases de estructuras y cerramientos son las que presentan un mayor uso de medidas de protección –señalización de riesgos, plataformas de trabajo, redes verticales, barandillas, etc.-, mientras que en las de aglomerados y de pintura y barreras, ambas de obra civil, destacan las medidas de protección correspondientes a señalización y plataformas de trabajo.

De todo lo anterior se desprende que el coste de las medidas de protección está íntimamente relacionado con la actividad de construcción y con la fase de ejecución correspondiente.

MEDIDAS FASE	Señalización de Riesgos	Plataformas Trabajo	Redes Verticales	Redes Horizontales	Barandillas Forjado	Andamio Tubular	Andamio Colgado	Entibaciones	Señalización Carreteras	Otras	TOTALES
Aglomerados	10745.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23398.01	0.00	34143.29
Cerramientos	81434.25	69738.85	2038.35	12075.09	37478.42	212967.16	7275.18	0.00	0.00	1424.46	424431.76
Cimentaciones/ Muros	235443.98	208195.59	3007.64	0.00	0.00	12409.50	400.78	59888.29	0.00	5171.08	524516.86
Enfoscados Pinturas	5496.54	14697.27	0.00	0.00	0.00	4111.12	0.00	0.00	0.00	1424.46	25729.39
Estructura	281210.70	355760.89	161746.93	82377.45	123890.97	327720.82	0.00	0.00	37983.22	1424.46	1372.115.44
Hormigones Localizados	39.934.39	52.633.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.211,33	25.298,86	0,00	153077,96
Movimiento de Tierras	483720.58	164814.70	438.41	0.00	0.00	0.00	0.00	66146.38	64968.47	5171.08	785259.62
Pinturas Barreras	15357.76	22861.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38219.34
Prefabricados	36592,85	72224,84	0.00	16527.20	0.00	0.00	0.00	0.00	6638.21	0.00	131983.10
Solados Instalaciones	17155.60	32477.26	0.00	0.00	0.00	16953.06	0.00	0.00	0.00	1424.46	68010.38
Urbanización	14730.86	1923.00	0.00	0.00	0.00	304.04	0.00	0.00	1145.30	1424.46	19527.66
Zanjas	244416.69	135244.48	0.00	0.00	0.00	304.04	0.00	291530.04	20788.27	1.424.46	693707.98
TOTALES	1466.239.48	1130.571.84	167231.33	110979.74	161369.39	574769.74	7675.96	452776.04	180220.34	18888.92	4270722.78

Tabla 5.18. Coste de la implantación de medidas de protección en las distintas fases.

Fuente: Elaboración propia.

Representando gráficamente los porcentajes que suponen el coste total de la Prevención en cada fase con respecto al coste total de la Prevención en la muestra completa tendríamos el Gráfico 5.17 en el que se visualizan los datos de la Tabla 5.19. En ella se observa que, el 32.12% del coste de prevención total corresponde a la fase de estructuras y el 18.39% a la fase de movimiento de tierras. En consecuencia, se pone de manifiesto que las dos fases en las que se asume un mayor coste de prevención coinciden con las fases en las que el riesgo de accidente es mayor.

FASE	TOTAL	% SOBRE TOTAL MUESTRA
Aglomerados	34143.29	0.79
Cerramientos	424431.76	9.93
Cimentaciones/Muros	524516.86	12.28
Enfoscados Pinturas	25729.39	0.60
Estructura	1372115.44	32.12
Hormigones Localizados	153077.96	3.58
Mvto. Tierras	785259.62	18.39
Pinturas Barreras	38219.34	0.89
Prefabricados	131983.10	3.09
Solados Instalaciones	68010.38	1.59
Urbanización	19527.66	0.45
Zanjas	693707.98	16.24
TOTALES	4270722.78	100.00

Tabla 5.19. Costes de las medidas de la Prevención por fases de obra.
Fuente: Elaboración propia.

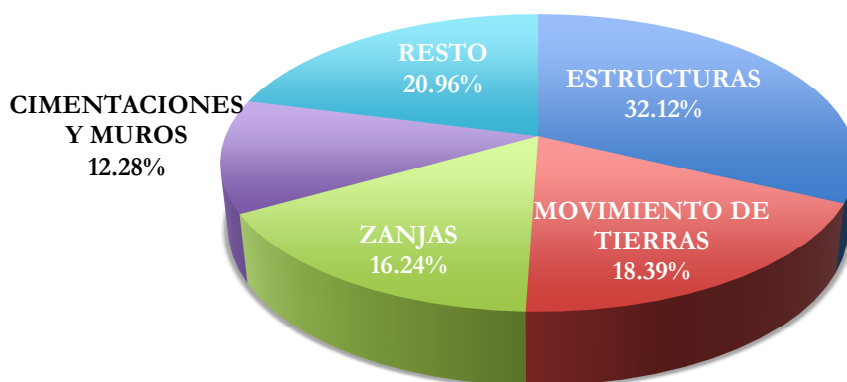


Gráfico 5.18. Distribución del importe de las medidas de la Prevención por fases de obra.
Fuente: Elaboración propia.

Tal y como cabía esperar, en las partidas correspondientes a las *medidas de protección colocadas en las obras*, destacan las correspondientes a *la señalización de riesgos y las plataformas de trabajo*, que

están asociadas a la fase de movimiento de tierras y a la fase de estructuras, respectivamente. Ver Tabla 5.20 y Gráfico 5.18.

MEDIDAS	TOTAL	% SOBRE TOTAL MUESTRA
Señalización de Riesgos	1466239.48	34.33
Plataformas de trabajo	1130571.84	26.47
Redes verticales	167231.33	3.91
Redes horizontales	110979.74	2.59
Barandillas	161369.39	3.77
Andamio tubular	574769.74	13.46
Andamio colgado	7675.96	0.18
Entibaciones	452776.02	10.60
Señalización de carreteras	180220.34	4.21
Otras	18888.92	0.44
TOTALES	4251833.80	100.00

Tabla 5.20. Coste de las medidas de protección según las medidas utilizadas.
Fuente: Elaboración propia.

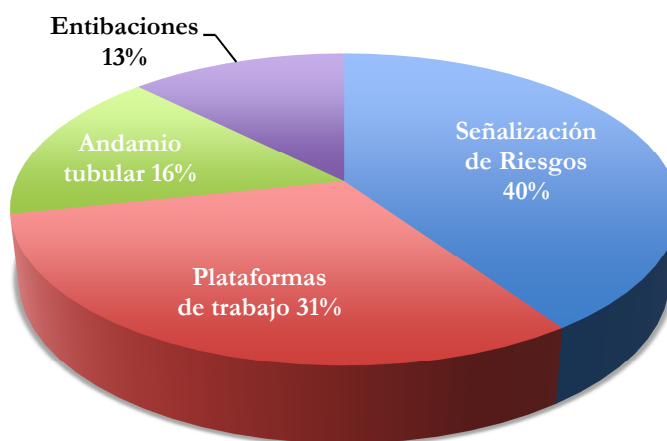


Gráfico 5.19. Distribución del coste de las medidas de protección según las medidas utilizadas.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.13. Costes de los accidentes laborales.

Por último vamos a describir el coste de los accidentes laborales de la muestra de estudio. El cálculo del coste de los distintos accidentes recogidos en la muestra se ha realizado de acuerdo con el modelo presentado por el Instituto Vasco de Seguridad Laboral, basado en la *Nota Técnica de Prevención NTP 549: Costes de los accidentes de trabajo: Procedimiento de Evaluación* (INSHT, 1999).

El importe del Plan de Seguridad y Salud –en lo que sigue, PSS–, de las obras es un coste que asume el contratista al objeto, entre otros, de eliminar o reducir la siniestralidad laboral. La distribución del coste de los accidentes acaecidos en las obras de la muestra aparece en la Tabla 5.21. En ella se han clasificado las obras según los distintos importes del PSS y se identifica el número de obras en cada intervalo.

PSS	Nº OBRAS	COSTE TOTAL ACCIDENTES	% COSTE DE LOS ACCIDENTES SOBRE EL TOTAL
Entre 0 y 25 mil €	8	123779.92	3.36
Entre 25 mil y 100 mil €	12	760092.78	20.00
Entre 100 mil y 150 mil €	10	1184928.96	31.17
Entre 150 mil y 500 mil €	6	1692926.32	44.54
Más de 500 mil €	4	38826.53	1.02
Total	40	3800554.51	100.00

Tabla 5.21. Costes de los accidentes comparados con el importe del Plan de Seguridad y Salud.
Fuente: Elaboración propia.

El mayor porcentaje del coste de los accidentes corresponde a las obras en las que el PSS se encuentra entre 150 mil y 500 mil €.

Con la descripción realizada hasta el momento hemos relacionado cuántos accidentes han sucedido, cuánto ha sido el coste total de los mismos en cada intervalo, la fase de obra en las que se producen los accidentes y cuánto han costado dichos accidentes en cada fase. El siguiente paso que nos planteamos es combinar estos datos con el coste de la Prevención.

Podemos identificar cuatro situaciones distintas:

a) *Fases de ejecución en las que no se han producido accidentes.* No se han producido accidentes en las fases de enfocados y pinturas, hormigones localizados, pinturas y barreras y prefabricados. Por tanto, el coste de los accidentes en esas fases es cero. En la Tabla 5.22 se recoge el número de obras en las que no ha habido siniestralidad laboral durante la ejecución de las fases anteriormente dichas y el coste de las medidas de protección colocadas.

FASES CON COSTE DE ACCIDENTE CERO	Nº OBRAS	COSTE TOTAL MEDIDAS DE PREVENCIÓN	COSTE DE LOS ACCIDENTES
Enfoscados y pinturas	12	25729.39	0.00
Hormigones localizados	13	153077.96	0.00
Pinturas y barreras	4	38219.34	0.00
Prefabricados	9	131983.10	0.00
Total	38	349009.79	0.00

Tabla 5.22. Costes de la Prevención por fases vs. costes de accidentes nulos en fases de ejecución.
Fuente: Elaboración propia.

b) *Fases de ejecución en las que se han producido accidentes.* En las fases de acabados y grúas/otros/replanteo se han producido 11 y 5 accidentes, respectivamente. Se observa que son obras en las que no se ha producido ningún coste derivado de las medidas de la Prevención y, sin embargo, se producen accidentes que ocasionan un coste. Por ejemplo, en la fase de

acabados se han producido 11 accidentes que han ocasionado un coste de 5281.78€ y se han producido en 8 obras en las que el coste de la Prevención ha sido nulo.

FASES CON COSTE DE ACCIDENTE DISTINTO DE CERO	Nº OBRAS	ACCIDENTES	COSTE TOTAL MEDIDAS DE PREVENCIÓN	COSTE DE LOS ACCIDENTES
Acabados	8	11	0.00	5281.78
Gruistas/Otros/Replanteo	4	5	0.00	2084.02
Total		16	0.00	7365.80

Tabla 5.23. Costes de prevención por fases vs. costes de accidentes en fases de ejecución.
Fuente: Elaboración propia.

c) Fases de ejecución en las que se producen accidentes en las obras con coste de la Prevención nulo (ver en la Tabla 5.24: N^a de obras tipo 2) y, en concreto, en la/s obra/s en las que se asume un coste de Prevención, no se producen accidentes (ver en la Tabla 5.24: N^a de obras tipo 1). Esta circunstancia se produce en las fases de cimentaciones y muros, instalaciones, urbanización y aglomerados. Por ejemplo, en la fase de instalaciones se han producido 11 accidentes, que han dado lugar a un coste de 9651.86€, todos ellos en las obras en las que no existe coste de prevención, es decir en las que no se han implantado medidas de protección.

FASES CON COSTE DE ACCIDENTE DISTINTO DE CERO	Cimentaciones y muros	Instalaciones	Urbanización	Aglomerados	Total
Nº OBRAS (tipo 1)	23	21	10	5	
COSTE MEDIDAS DE PREVENCIÓN	524516.86	68010.38	19527.66	34143.29	646198.19
ACCIDENTES	0	0	0	0	0
COSTE DE LOS ACCIDENTES	0	0	0	0	0
Nº OBRAS (tipo 2)	17	19	30	35	
COSTE MEDIDAS DE PREVENCIÓN	0	0	0	0	0
ACCIDENTES	3	11	7	2	23
COSTE DE LOS ACCIDENTES	1640.69	9651.86	5506.79	286.34	17085.72

Tabla 5.24. Costes de Prevención por fases vs. costes de accidentes en fases de ejecución.
Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de los datos recopilados en los cuestionarios de las obras se obtiene que, en estas fases de ejecución, la colocación de medidas de Prevención ha supuesto evitar accidentes y, por tanto, su coste. Por el contrario, los accidentes de dichas fases han acaecido en las obras en las que o bien no se han colocado medidas de Prevención o su coste ha sido nulo.

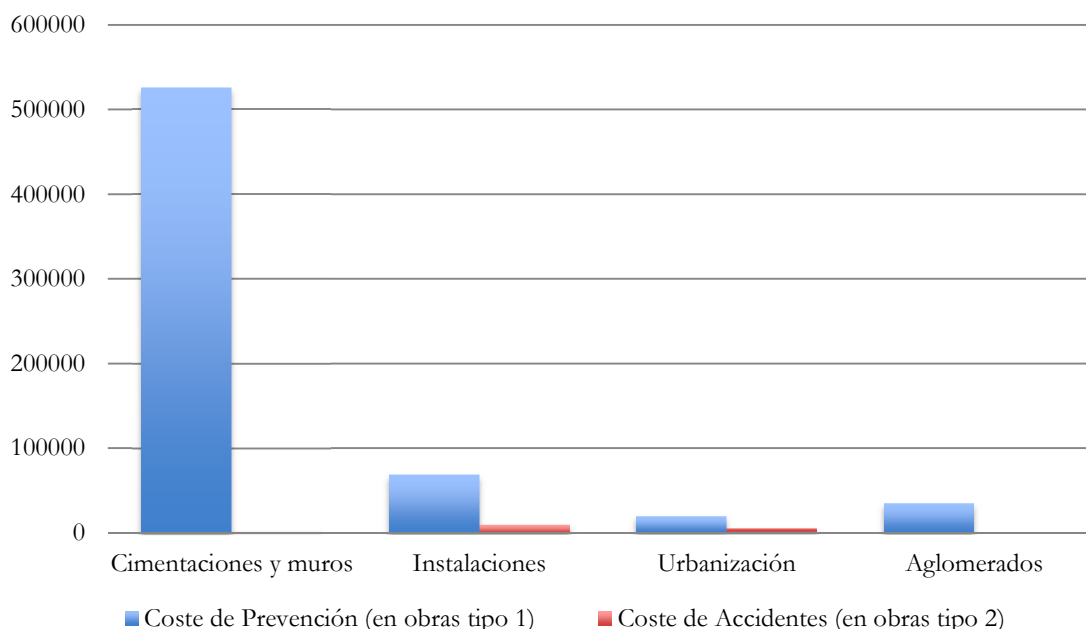


Gráfico 5.20. Comparación entre los costes de la Prevención y los de los accidentes en las fases señaladas en las obras de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.

d) En el resto de fases de ejecución: cerramientos, estructura, movimiento de tierras y zanjas, un coste de prevención no da lugar a un coste de accidente nulo, ni un coste de prevención nulo, consecuentemente, ocasiona un coste de accidente.

FASES CON COSTE DE ACCIDENTE DISTINTO DE CERO	Nº OBRAS	ACCIDENTES	COSTE TOTAL MEDIDAS DE PREVENCIÓN	COSTE DE LOS ACCIDENTES
Cerramientos	18	9	424431.76	5073.62
Estructuras	29	97	1372115.44	63412.58
Movimiento de tierras	37	25	785259.62	9998.85
Zanjas	24	8	693707.98	4487.43
Total			3275514.80	82972.48

Tabla 5.25. Costes de la Prevención por fases vs. costes de accidentes en fases de ejecución.
Fuente: Elaboración propia.

Del análisis descriptivo de estas tablas concluimos que es necesario realizar un análisis bivariante para establecer si existe relación, o no, entre las variables coste de la Prevención y coste de accidente. Aunque en un número elevado de obras se comprueba que la existencia de

los costes de la Prevención da lugar a un coste de accidente nulo, se ha comprobado que, en otras muchas ocasiones, las obras que soportan coste de la Prevención también soportan costes por accidentes.

5.2. Análisis bivariante.

En este apartado estudiaremos la relación existente, dos a dos, entre las variable descritas en el epígrafe anterior para corroborar las hipótesis de partida.

Las variables de una muestra se clasifican en discretas o continuas (Gujarati, 2004) en función de si sólo toman un número finito de valores numéricos o si, por lo contrario, pueden tomar cualquier valor dentro de un intervalo numérico. En nuestro caso, las variables son discretas y cuantitativas.

	N	Parámetros normales	Desviación típica	Diferencias más extremas	Positiva	Negativa	Z de Kolmogorov-Smirnov	Sig. asintótica bilateral	
		(a.b)		Absoluta					
		Media							
Grado de Avance (%)	40	66.89		36.53	.230	.182	-.230	1.45	.030
Nº de Accidentes Totales	40	2.60		2.916	.333	.333	-.292	2.12	.000
Costes Accidentes	40	2685.61		5040.81	.297	.276	-.297	1.88	.002
Presupuesto del PSS	40	180772.26		280277.22	.319	.319	-.265	2.02	.001
Coste Total en SS hasta la fecha	40	111362.19		154018.93	.257	.257	-.235	1.63	.010
Media de Empresas Subcontratistas	40	4.39		4.79	.238	.238	-.180	1.50	.022
Media de Trabajadores Subcontratistas	40	7.96		14.06	.285	.280	-.285	1.81	.003
Media de Trabajadores Propios	40	4.22		4.09	.187	.187	-.151	1.18	.121

Tabla 5.26. Cuadro resumen de resultados del test de normalidad de las variables. Test de Kolmogorov-Smirnov.

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, tenemos que comprobar si las variables implicadas se adaptan, o no, a una distribución normal para así decantarnos, en su contraste, por un test paramétrico o un test no paramétrico⁵⁶. Para comprobar la normalidad de los datos utilizamos el estadístico dado por

⁵⁶La elección de un test u otro está condicionada por el nivel de medida de los datos representados en la muestra de estudio (Sheskin, 2000). Los test no paramétricos son especialmente utilizados en Ciencias Sociales y de la Salud.

Kolmogorov-Smirnov⁵⁷ (Kolmogorov, 1933) para la bondad de ajuste de una muestra. Este test se utiliza tanto en el caso de variables continuas como con datos ordinales, ya que requieren la construcción de la distribución acumulada de frecuencias⁵⁸. Al hacer la prueba de normalidad de los datos, comprobamos que las variables *no* siguen una distribución normal (ver Tabla 5.26) a excepción de la variables *media de trabajadores propios* que sí se adapta a una distribución normal. En consecuencia, utilizaremos en el análisis bivariante un test no paramétrico, excepto en los contrastes en que intervenga la variable anterior.

Los test no paramétricos se adaptan a *distribuciones libres* de los datos, en los que no es necesario que las variables sean simétricas o continuas y analizan las propiedades nominales u ordinales de los datos.

Son varios los test no paramétricos que podemos aplicar con los condicionantes de nuestra muestra. Para medir la correlación existente entre dos variables utilizaremos los coeficientes *Rho de Spearman*⁵⁹ con nivel de significación de 0.05 y el coeficiente de *Pearson*⁶⁰. Ambos representan la medida de la correlación o de la asociación entre variables, es decir, son descriptivos estadísticos que miden el grado en que las variables se relacionan (Sheskin, 2000).

A continuación sometemos a contraste las hipótesis de partida. Conviene recordar que las agrupábamos en ocho subgrupos.

Grupo 3.0. Lo forman las hipótesis que relacionan el tamaño de las obras con los costes de la Seguridad. En este sentido, se parte de la siguiente hipótesis general: las obras con mayor dotación económica asumirán un mayor coste de la Seguridad. Se puede descomponer para su contraste en cuatro hipótesis.

Hipótesis 3.0.1: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor presupuesto del Plan de Seguridad y Salud.

Hipótesis 3.0.2: A mayor importe del presupuesto de Seguridad y Salud, mayores costes reales de prevención.

Hipótesis 3.0.3: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor peso relativo del presupuesto del Plan de Seguridad y Salud sobre presupuesto de ejecución material.

Hipótesis 3.0.4: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor peso relativo del coste de la Prevención sobre presupuesto de ejecución material.

Grupo 3.I. Lo forman las hipótesis que relacionan el número de accidentes en la obra con el número de trabajadores (propios, de empresas subcontratistas y totales) y con el número de empresas subcontratistas.

⁵⁷Daniel (1980) apuntó que debido a la similitud entre el test de Kolmogorov para una muestra única y el de Smirnov (1939) desarrollado para dos muestras independientes, se denomina test de Kolmogorov-Smirnov al test de bondad de ajuste para una muestra única.

⁵⁸La distribución acumulada de frecuencias para un dato, es la frecuencia de ese dato más las frecuencias de todos los datos menores que el elegido (Sheskin, 2000).

⁵⁹ El coeficiente Rho de Spearman fue desarrollado por Spearman en 1904 para la medida de la correlación bivariante en datos ordenados.

⁶⁰ Desarrollado por Pearson en 1896, para medir el grado de relación bivariante, o el grado al que existe una relación lineal entre las variables.

Hipótesis 3.I.1: A mayor número de trabajadores totales, mayor número de accidentes en la obra.

Hipótesis 3.I.2: A mayor número de trabajadores propios, mayor número de accidentes en la obra.

Hipótesis 3.I.3: A mayor número de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratistas, mayor número de accidentes en la obra.

Hipótesis 3.I.4: A mayor número de empresas subcontratistas, mayor número de accidentes en la obra.

Grupo 3.II. En este último grupo figuran las hipótesis que relaciona las variables representativas del tamaño de la obra (PEM y baja de adjudicación) con la siniestralidad y sus costes.

Hipótesis 3.II.1: A mayor PEM, mayor número de accidentes.

Hipótesis 3.II.2: A mayor baja de adjudicación, mayor número de accidentes

Grupo 4.I. Lo forman el conjunto de las hipótesis que relacionan diferentes variables de coste con la siniestralidad laboral.

Hipótesis 4.I.1: A mayor coste de la Prevención, menor coste de los accidentes.

Hipótesis 4.I.2: A mayor presupuesto de Seguridad y Salud, menor número de accidentes.

Hipótesis 4.I.3: A mayor presupuesto de Seguridad y Salud menor coste de los accidentes.

Grupo 4.II. Comprende las hipótesis que relacionan el coste de la Prevención y el coste de los accidentes para cada fase de ejecución. En este sentido, puesto que las obras de la muestra que debe ser elegida para realizar el trabajo de campo de esta investigación se encontrarán en distintas fases de ejecución y, teniendo presente que en cada fase los riesgos y las medidas de protección varían, se pretende contrastar la siguiente hipótesis:

Hipótesis 4.II.1: A mayor coste de la Prevención en una fase de ejecución, menor coste de los accidentes en dicha fase.

Grupo 4.III. Está formado por las hipótesis que relacionan el número de accidentes con el coste derivado de los accidentes. En las obras en las que la siniestralidad es elevada los accidentes tienden a aumentar su gravedad (Heinrich, 1931), por lo que el coste de los mismos debería aumentar.

Hipótesis 4.III.1: A mayor número de accidentes, mayor coste de los mismos.

Grupo 4.IV. En este grupo se recogen las hipótesis que relacionan los costes de los accidentes de trabajo con el número de trabajadores (propios, subcontratistas y totales) y empresas subcontratistas. Del mismo modo que en el grupo de hipótesis E, se analiza la relación entre los distintos tipos de contrato en las obras y los costes de la siniestralidad.

Hipótesis 4.IV.1: A mayor número de trabajadores totales, mayor coste de los accidentes en la obra.

Hipótesis 4.IV.2: A mayor número de trabajadores propios, mayor coste de los accidentes en la obra.

Hipótesis 4.IV.3: A mayor número de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratistas, mayor coste de los accidentes en la obra.

Hipótesis 4.IV.4: A mayor número de empresas subcontratistas, mayor coste de los accidentes en la obra

Grupo 5.I. En este grupo de hipótesis se encuadran aquellas que relacionan los costes de la Prevención con el grado de avance de la obra, al objeto de comprobar si, a medida que la obra va ejecutándose, las medidas preventivas llevadas a cabo en la obra son menos costosas.

Hipótesis 5.I.1: A medida que avanza la obra, los costes de las medidas de protección son menores.

Grupo 5.II. Lo forman las hipótesis que relaciona los costes de los accidentes con el grado de avance de la obra.

Hipótesis 5.II.1: A mayor grado de avance, mayor coste de los accidentes.

Grupo 6. Hipótesis que relacionan las sanciones y la siniestralidad al objeto de comprobar si, en efecto, una disminución en las medidas de protección supone una infracción administrativa y, por otro lado, comprobar si las sanciones disminuyen la posibilidad de que ocurra un accidente. El contraste de estas hipótesis no se ha podido llevar a cabo por falta de datos.

Hipótesis 6.1: A mayor número de sanciones menor número de accidentes en la obra.

Hipótesis 6.2: A mayor coste de las sanciones (es decir si la sanción es leve, grave o muy grave) menor número de accidentes en la obra.

En la Tabla 5.27 se muestra un resumen del contraste realizado. Este resumen será desarrollado posteriormente.

CÓD.	HIPÓTESIS	CONTRASTE
3.0.1	A mayor PEC, mayor importe del PSS	Se cumple
3.0.2	A mayor importe del PSS, mayor coste de la Prevención	Se cumple
3.0.3	A mayor PEC, mayor peso relativo del PSS sobre PEC	Se cumple
3.0.4	A mayor PEC, mayor peso relativo de PC sobre PEC	Se cumple
3.I.1	A mayor número de trabajadores totales, el número de accidentes es mayor	Se cumple
3.I.2	A mayor número de trabajadores propios, el número de accidentes es mayor	No se cumple
3.I.3	A mayor número de trabajadores de empresas subcontratistas, el número de accidentes es mayor	Se cumple
3.I.4	A mayor número de empresas subcontratistas, el número de accidentes es mayor	Se cumple
3.II.1	A mayor PEM y a mayor baja de adjudicación, mayor siniestralidad	No se cumple
3.II.2	A mayor PEM y a mayor baja de adjudicación, mayor coste de los accidentes	No se cumple
4.I.1	A mayor coste de la Prevención, menor coste de accidente	No se cumple
4.I.2	A mayor presupuesto de Seguridad y Salud, menor número de accidentes	No se cumple
4.I.3	A mayor presupuesto de Seguridad y Salud, menor coste de accidentes	No se cumple
4.II	En las fases de estructuras, movimiento de tierras y zanjas, a mayor coste de prevención, menor coste de los accidentes	Se cumple
4.II	En el resto de las fases, a mayor coste de la Prevención, menor coste de los accidentes	No se cumple
4.III	A mayor número de accidentes, mayor costes de los mismos	No se cumple
4.IV.1	A mayor número de trabajadores totales, el coste de los accidentes es mayor	Se cumple

CÓD.	HIPÓTESIS	CONTRASTE
4.IV.2	A mayor número de trabajadores propios, el coste de los accidentes es mayor	No se cumple
4.IV.3	A mayor número de trabajadores de empresas subcontratistas, el coste de los accidentes es mayor	Se cumple
4.IV.4	A mayor número de empresas subcontratistas, el coste de los accidentes es mayor	Se cumple
5.I.1	A medida que avanza la obra, el coste de la Prevención disminuye	No se cumple
5.II.1	A mayor avance de la obra, mayor coste de los accidentes	No se cumple

Tabla 5.27. Resumen del contraste de hipótesis realizado.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.1. Grupo 3.0- Relación entre el tamaño de las obra y los costes de Seguridad y Salud.

En los subepígrafes siguientes se contrastan las hipótesis correspondientes al Grupo 3. En este grupo de hipótesis nos planteamos comprobar si las obras de mayor tamaño disponen de una mayor dotación económica en el PSS.

5.2.1.1. Hipótesis 3.0.1: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor presupuesto del Plan de Seguridad y Salud.

Para este caso utilizamos, como criterio de clasificación para las obras, el criterio económico; es decir, consideramos *más grandes* las obras en las que el PEC es mayor. En el análisis descriptivo hecho en (ver apartado 5.1.4) ya comprobábamos que el PSS se encuentra en nuestra muestra en una horquilla que va del 0.31% al 4.38% del PEC y que varía según cada tipo de obra. Teniendo en cuenta que en el PEC se fija un valor determinado del coste de las medidas de Seguridad y Salud que está en función de las medidas de Seguridad y Salud recogidas en el PSS, podemos comprobar si existe relación entre las variables: PEC y presupuesto del PSS, de las obras de la muestra.

Con los test utilizados para el contraste, se obtienen los resultados que se resumen en la Tabla 5.28. Puesto que la *correlación*⁶¹ es positiva (coeficiente positivo) y el *p-valor* 0.000 es menor de 0.05, lo que quiere decir que la relación es significativa, se comprueba que para el nivel de significación buscado (0.05), las variables PEC y PSS están positivamente relacionadas.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.868	0.000	40
Rho de Spearman	0.897	0.000	40

Tabla 5.28. Resumen test de correlación para las variables PEC y PSS.
Fuente: Elaboración propia.

⁶¹ Estadístico que nos indica el grado de relación de las variables.

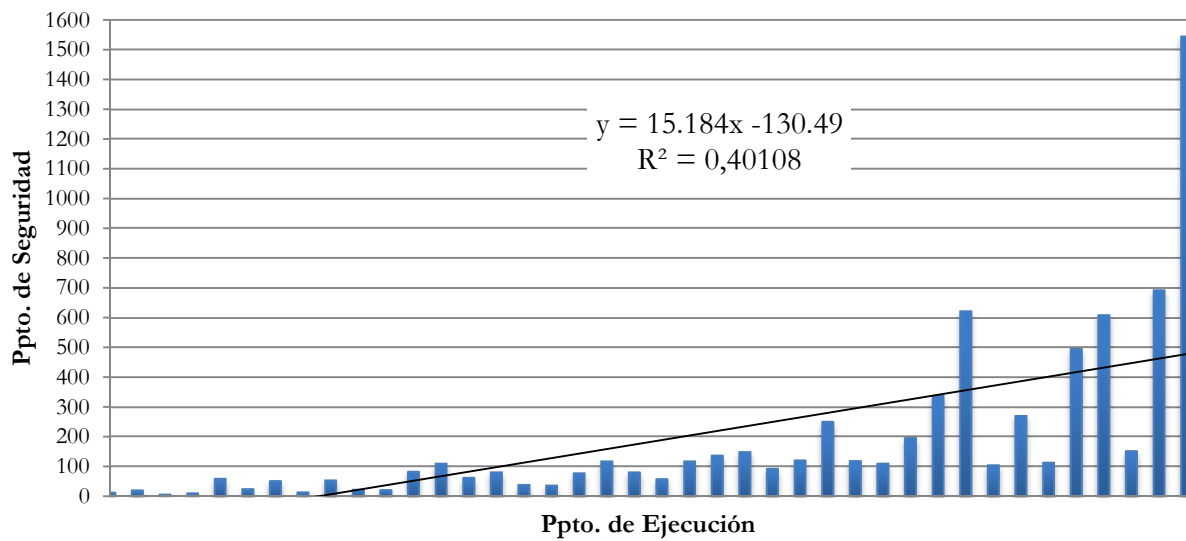


Gráfico 5.21. Relación entre las variables: presupuesto del PSS y el PEC.
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5.20 figura una representación de los valores de ambas variables para cada obra.

Una vez ajustada la recta de regresión a la nube de observaciones, el coeficiente de determinación R^2 da la bondad del ajuste realizado. En nuestro caso es cercano a 1, lo cual indica que la correlación entre valores es buena, aunque al ser el número de elementos de la muestra relativamente pequeño se favorece que R^2 sea cercano a 1. Según podemos ver en el Gráfico 5.20, se deduce que a mayor PEC, mayor es el presupuesto del PSS de la obra. Además, la experiencia nos permite afirmar que esta relación también se cumple en la realidad y que se tiende a obtener el importe del PSS como un porcentaje del PEC y no a partir de una relación real de las medidas requeridas para la ejecución de la actividad con los niveles óptimos de Seguridad y Salud.

5.2.1.2. Hipótesis 3.0.2: A mayor importe del PSS, mayores costes reales de la Prevención.

Si consideramos el PEC como la variable que en nuestra muestra mide el tamaño de la obra en términos económicos, el PSS indica el importe total que cobrará la obra por las medidas de Seguridad y Salud que se recoge en su planificación para la ejecución⁶² total de la obra. Queremos comprobar si en la muestra, a mayor importe del PSS es mayor, en valor absoluto, el coste de la Prevención –en lo que sigue, CP-, para la obra.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5.29. Podemos observar que, de nuevo, entre las variables importe del PSS y CP, en valor absoluto, también existe relación positiva. Es decir, en las obras de la muestra de estudio, cuanto mayor es el PSS mayor es el CP que asume la empresa por las medidas de la Prevención.

⁶² Siempre que no existan modificaciones que supongan un incremento del importe.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.805	0.000	40
Rho de Spearman	0.544	0.000	40

Tabla 5.29. Resumen test de correlación para las variables PSS y CP.
Fuente: Elaboración propia.

Además, si comprobamos en las obras de más del 80% del grado de avance -es decir, en aquellas obras cuyo nivel de ejecución está muy cerca de su finalización- cuánto ha supuesto el CP con respecto al importe del PSS, se comprueba que se supera el importe del PSS en el 77% de ellas. Ver Tabla 5.30.

ID	GRADO AVANCE (%)	PSS	CP	% (D-C)/C
33	84.7	9353.66	3774.2	-59.65
8	83.93	609578.45	316278.5	-48.12
34	89.17	79427.62	57667.54	-27.40
5	98.05	108781.03	91083.96	-16.27
26	92.81	56500	53688.31	-4.98
38	100	38082	38082	0.00
24	90.42	147665	155651.29	5.41
36	100	20193.37	21760.99	7.76
31	100	35824.42	39037.17	8.97
22	90	135638.18	155497.69	14.64
14	100	11429.32	13465.36	17.81
13	100	21817.85	26158.36	19.89
15	100	50043.96	61417.84	22.73
20	95	80031.79	99648.46	24.51
37	100	24001	30661.77	27.75
18	100	52910.75	68248.38	28.99
10	100	76191.88	110067.13	44.46
23	100	108874.45	175582.14	61.27
12	100	81297.29	143010.42	75.91
11	100	61023.8	108561.92	77.90
32	100	12713.02	37700.61	196.55
39	98.71	91002.98	350901.72	285.59

Tabla 5.30. 30 % Coste real de la Prevención frente al importe del PSS.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.3. Hipótesis 3.0.3: A mayor importe del PEM mayor peso relativo del presupuesto del PSS frente a aquél.

En las siguientes dos hipótesis, nos planteamos analizar los supuestos anteriores pero, en esta ocasión, en términos relativos. Es decir, queremos comprobar si en las obras de mayor PEM el importe del PSS sobre el importe del PEM también es mayor. En otros términos, queremos comprobar si el peso relativo del importe del PSS sobre el PEM es mayor en las obras de mayor PEM.

Los resultados que se obtienen, ver Tabla 5.31, ponen de manifiesto que, efectivamente, en las obras de mayor PEM el peso relativo del importe del PSS frente al PEM, también es mayor, ya que el coeficiente de correlación es positivo: $p\text{-valor} < 0.05$.

	COEFICIENTE	$p\text{-VALOR}$	N
Pearson	0.868	0.000	40
Rho de Spearman	0.897	0.000	40

Tabla 5.31. Resumen de los test de correlación entre las variables PEM y PSS/PEM.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.4. Hipótesis 3.0.4: A mayor importe del PEM, mayor peso relativo del CP sobre el PEM.

En esta hipótesis contrastamos nuevamente la variable tamaño de la obra, en términos económicos, con la de costes asumidos de la Prevención, en términos relativos. Es decir, el importe del PEM, con el peso relativo del coste de la Prevención, frente PEM. En otros términos, pretendemos comprobar si en las obras de mayor PEM –lo que equivale a decir: cuanto más grande sea la obra-, también es mayor el coste de la Prevención que asume frente al importe PEM.

Los resultados de los test de correlación demuestran que, también en este caso, existe cierta relación entre las variables. Es decir, en las obras de mayor PEM se asume un mayor coste de la Prevención frente al valor del PEM.

	COEFICIENTE	$p\text{-VALOR}$	N
Pearson	0.868	0.000	40
Rho de Spearman	0.897	0.000	40

Tabla 5.32. Resumen de los test de correlación para las variables PEM y CP/ PEM.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Grupo 3.I.- Relación entre el número de accidentes y de trabajadores.

5.2.2.1. Hipótesis 3.I.1: A mayor número de trabajadores totales, mayor número de accidentes.

En este epígrafe relacionamos las variables número de accidentes y número de trabajadores totales.

	COEFICIENTE	$p\text{-VALOR}$	N
Pearson	0.321	0.043	40
Rho de Spearman	0.437	0.005	40

Tabla 5.33. Resumen de los resultados de los test de Pearson y Rho de Spearman para la relación entre las variables: *número de accidentes totales y número medio de trabajadores.*

Fuente: Elaboración propia.

Según podemos deducir de los datos que figuran en la Tabla 5.33 existe relación entre las variables contrastadas ya que la correlación es positiva y significativa. Es decir, se cumple la hipótesis inicialmente formulada: cuanto mayor es el número medio de trabajadores, mayor será el número de accidentes en la obra. Hipótesis que corrobora lo que se dice en el art. 4.2 de la Ley 31/95: «A mayor número de trabajadores expuestos a sufrir accidentes, mayor es la probabilidad de que ocurran.»

5.2.2.2. Hipótesis 3.I.2: A mayor número de trabajadores propios, mayor número de accidentes totales.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.000	0.999	40
Rho de Spearman	0.068	0.679	40

Tabla 5.34. Resumen de los resultados de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *número de accidentes totales* y *media de los trabajadores propios*.

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados que figuran en la Tabla 5.34, existe relación entre las variables que se contrastan ya que la correlación es positiva pero no es significativa. Es decir, no se cumple la hipótesis de partida. El número de accidentes no está relacionado con el número medio de trabajadores propios en las obras.

La falta de relación se puede justificar con los hechos siguientes:

- En primer lugar, en nuestra muestra, es menor el número medio de trabajadores propios.
- En segundo lugar, los trabajos que principalmente realizan los trabajadores propios son de apoyo a las labores tradicionales de ejecución, de ahí que habitualmente se accidenten en menos ocasiones y con consecuencias menos importantes.

5.2.2.3. Hipótesis 3.I.3: A mayor media de trabajadores subcontratados, mayor número de accidentes totales.

Si buscamos la relación sólo con los trabajadores subcontratados y los accidentes, nos encontramos nuevamente que como los datos no siguen una distribución normal, hemos de utilizar un test no paramétrico para comprobar la relación entre las variables.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.321	0.044	40
Rho de Spearman	0.488	0.001	40

Tabla 5.35. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para determinar la relación entre las variables: *número de accidentes totales* y *número de trabajadores subcontratados*.

Fuente: Elaboración propia.

En esta ocasión también existe relación entre las variables ya que existe una correlación positiva y significativa. Es decir, podemos concluir que cuanto mayor es el número de trabajadores subcontratados, mayor será el número de accidentes. Esta hipótesis corrobora el hecho de que la subcontratación en el sector de la Construcción ha planteado en las últimas décadas retos importantes en materia de Prevención de Riesgos Laborales y en materia de Contratación Laboral.

5.2.2.4. Hipótesis 3.I.4: A mayor media de empresas subcontratistas, mayor número de accidentes totales.

En relación con la hipótesis anterior podemos comprobar que en la exposición de motivos de la Ley 32/2006 y el Real Decreto de 1109/2007, se afirma que:

«El exceso en las cadenas de subcontratación (...) además de no aportar ninguno de los elementos positivos desde el punto de vista de la eficiencia empresarial que se deriva de la mayor especialización y cualificación de los trabajadores, ocasiona en no pocos casos, la participación de empresas sin una mínima estructura organizativa que permita garantizar que se hallan en condiciones de hacer frente a sus obligaciones de protección de la salud y la seguridad de los trabajadores, de tal forma, que su participación en el encadenamiento sucesivo e injustificado de subcontrataciones, opera en menoscabo de los márgenes empresariales y de la calidad de los servicios proporcionados de forma progresiva hasta el punto de que, en los últimos eslabones de la cadena, tales márgenes son prácticamente inexistentes, favoreciendo el trabajo sumergido, justo en el elemento final que ha de responder de las condiciones de Seguridad y Salud de los trabajadores que realizan las obras.»

A continuación comprobamos si existe relación entre la accidentalidad y el número de empresas subcontratadas en nuestra muestra.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.529	0.000	40
Rho de Spearman	0.534	0.000	40

Tabla 5.36. Cuadro resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *número de accidentes totales* y *número de empresas subcontratistas*.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados prueban que existe relación entre las variables ya que la correlación es positiva y significativa. Es decir, se cumple también la hipótesis inicial: cuanto mayor es el número de empresas subcontratistas, mayor será el número de accidentes.

En resumen, en relación a las hipótesis del Grupo E, se obtienen resultados significativos en tres de las cuatro hipótesis planteadas. Así, se verifica que el nivel de siniestralidad laboral será mayor cuanto mayores sean el número de trabajadores totales en la obra, la media de trabajadores de empresas subcontratistas y el número medio de empresas subcontratadas. Esta última relación también se ha puesto de manifiesto en otros trabajos como, por ejemplo, el realizado por Toole (2002). En cambio, en esta investigación no se demuestra que el nivel de accidentalidad esté relacionado con el número medio de trabajadores propios.

5.2.3. Grupo 3.II.- Relación entre las variables representativas del tamaño de las obras (PEM y baja de adjudicación) con la siniestralidad laboral y sus costes.

5.2.3.1. Hipótesis 3.II.1: A mayor PEM y mayor baja de adjudicación, mayor número de accidentes y mayores costes de los mismos.

Por último, queremos comprobar si en las obras de mayor importe y en las de mayor baja de adjudicación, ocurren más accidentes y el importe de los mismos es mayor.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	-0.142	0.381	40
Rho de Spearman	-0.146	0.387	40

Tabla 5.37. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *porcentaje de baja de adjudicación* y *número de accidentes*.

Fuente: Elaboración propia.

	COEFICIENTE	P-VALOR	N
Pearson	-0.025	0.880	40
Rho de Spearman	0.123	0.450	40

Tabla 5.38. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *porcentaje de baja de adjudicación y costes de los accidentes*.

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados que figuran en las tablas 5.37 y 5.38 prueban que no existe relación entre las variables. Es decir, ni el PEM ni la baja de adjudicación presentan asociación significativa ni con el número de accidentes, ni con su coste.

Realizamos la comprobación en términos relativos. Para ello creamos una nueva variable: *coste de la Prevención con respecto al PEM*. Con esta variable indicamos qué consumo de recursos de la Prevención hemos realizado con respecto al PEM.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	-0.211	0.191	40
Rho de Spearman	-0.122	0.452	40

Tabla 5.39. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *CP/PEM y número de accidentes*.

Fuente: Elaboración propia.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.084	0.605	40
Rho de Spearman	0.324	0.042	40

Tabla 5.40. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *CP/PEM y coste de los accidentes*.

Fuente: Elaboración propia.

De nuevo, vemos que no se relacionan las variables de un modo significativo salvo en el caso del test de Spearman, según el cual los costes de los accidentes y el coste relativo de la Prevención respecto al PEM tendrían una relación positiva. Es decir, que cuanto más se invierta en medidas de la Prevención, los accidentes resultarían más costosos.

5.2.4. Grupo 4.I.- Relación entre los costes en Seguridad y Salud y la siniestralidad laboral.

5.2.4.1. Hipótesis 4.I.1: A mayor CP, menor coste de los accidentes.

En esta primera aproximación partimos de que el primer coste que se realiza en la Prevención es el que se realiza tanto para la implantación de las medidas de protección colectivas como en la adquisición de los equipos de protección individual. Este coste se asume en las empresas del sector de la Construcción desde el inicio de su actividad empresarial y durante todo el periodo de ejecución de cada una de las obras que ejecuten. El importe mensual de esta partida tiene distinta cuantía según las fases de obra. Además, este coste viene impuesto para dar cumplimiento a todos los requisitos legales. En esta hipótesis (4.I.1) pretendemos comprobar si los recursos que se destinan, o se incorporan, en las obras de construcción, disminuyen los costes de los accidentes.

Para ello se comparan las siguientes variables con los datos obtenidos del cuestionario de cada obra: el coste total de la Prevención en cada una de las fases de las obras y el coste total de los accidentes ocurridos en cada una de ellas.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.674	0.000	40
Rho de Spearman	0.753	0.000	40

Tabla 5.41. Resumen de los coeficientes de Pearson y Rho de Spearman para la relación entre las variables coste de la Prevención y coste de accidentes.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de ambos test demuestran que existe relación significativa y positiva entre las variables contrastadas. Por lo tanto, el contraste indica que cuanto mayor es la variable CP mayor será el coste en accidentes. Es decir, a medida que aumentamos coste total de la Prevención aumentan los costes de los accidentes, lo cual va en contra de lo que hemos supuesto en nuestra hipótesis inicial.

Si representamos gráficamente los valores de las variables para cada una de las obras de la muestra, ver Gráfico 5.21, observamos lo dicho anteriormente.

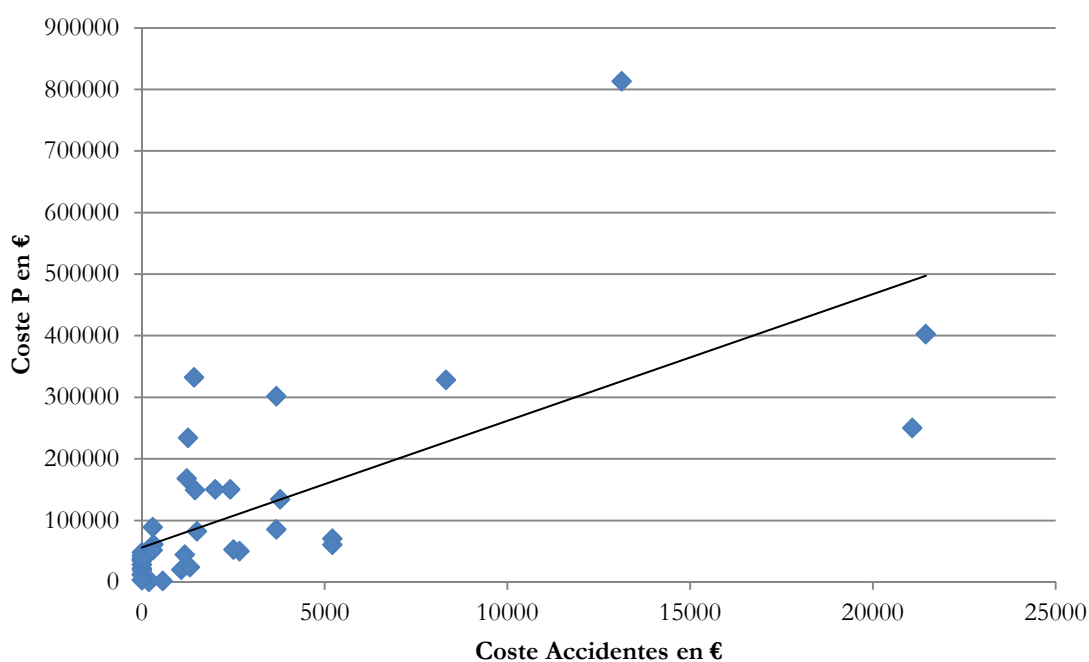


Gráfico 5.22. Relación entre el coste de los accidentes y el CP.

Fuente: Elaboración propia.

El hecho de que en ambos contrastes coincidan los resultados indicaría que, en nuestra muestra, cuanto mayor es el importe que se asume en medidas de Seguridad y Salud, mayores son los costes de los accidentes.

En principio, ya hemos dicho que este resultado es contrario a nuestra hipótesis inicial. Sin embargo, hemos de tener en cuenta que si bien es cierto que las obras en las que es mayor el CP son las obras civiles de nuestra muestra, porque es en ellas en donde los riesgos son por lo general mayores, las consecuencias de los accidentes pueden ser peores y por tanto puede

elevarse su coste. Por este motivo, justificamos que la hipótesis no se cumpla basándonos en que en esta relación deben influir otras variables como el tamaño de la obra o el número de trabajadores y de subcontratas. Se desprende, por tanto, que sería más conveniente realizar un tratamiento de contraste de hipótesis de otro tipo, como es, por ejemplo un análisis multivariante.

5.2.4.2. Hipótesis 4.I.2: A mayor PSS, menor número de accidentes.

A continuación vamos a comprobar si existe relación entre las variables PSS y el número de accidentes. Es decir, queremos comprobar si a medida que aumenta el importe del PSS disminuye el número de accidentes en la obra. En otros términos, queremos saber si la dotación económica de las medidas de protección destinadas a la ejecución de una obra tiene repercusión en la siniestralidad laboral acaecida en ella. Ver Tabla 5.42.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.634	0.000	40
Rho de Spearman	0.582	0.000	40

Tabla 5.42. Resumen de los coeficientes de Pearson y Rho de Spearman para las variables importe del PSS y número de accidentes total.

Fuente: Elaboración propia.

En este caso existe relación significativa entre las variables y, sin embargo, la hipótesis inicial no se cumple ya que los resultados que se obtienen están en relación contraria a la que pretendíamos demostrar. Concluimos, pues, que no es la correlación bivariante la prueba que mejor se adapta a estas variables y que debemos encontrar la influencia de otras realizando también otro tipo de análisis.

5.2.4.3. Hipótesis 4.I.3: A mayor PSS, menor coste de la siniestralidad laboral.

Por último, en este Grupo 4.I de hipótesis relacionadas con los costes de las medidas de Seguridad y Salud, nos interesa comprobar si el importe del PSS y los costes de la siniestralidad laboral tienen relación o no. Correlacionamos, por tanto, las variables importe del Plan de Seguridad y Salud y la correspondiente a los costes de los accidentes. Los datos de la Tabla 5.43 ponen de manifiesto que a medida que aumenta el importe del PSS también aumentan los costes de los accidentes. Como en el caso anterior, tampoco se cumple la hipótesis de partida. De nuevo se hace necesaria la consideración de otra, u otras, variables que afectan al fenómeno.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.607	0.000	40
Rho de Spearman	0.446	0.004	40

Tabla 5.43. Resumen resultados de coeficiente de Pearson y Rho de Spearman para la relación entre las variables importe del PSS y costes de los accidentes.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. Grupo 4.II.- Relación entre los costes de la Prevención en cada fase con el coste de los accidentes.

En nuestro análisis, disponemos de información tanto sobre los CP consumidos en cada fase como sobre aquellos costes correspondientes a las medidas de protección colectiva colocadas en cada una de ellas. Así mismo, se calcula el coste medio del accidente como el cociente entre el coste total de los accidentes recogidos en cada fase de la obra y el número de accidentes que, en total, han ocurrido en la misma. Posteriormente, se comparan el coste total de las medidas de protección colocadas en cada fase con el total del coste de los accidentes acaecidos en esa fase.

En el Anexo 4 se presenta la Tabla A.1, en la que, para cada obra, se incluyen los accidentes totales ocurridos, los costes de dichos accidentes, las fases de obra en las que se soporta algún coste debido a la implantación de las medidas de protección colectiva y su coste. Así, por ejemplo, en la obra MA/1/01/10-7-2007 (1ª) se han producido 16 accidentes en total, con un coste total de los mismos que asciende a 21081.83€ y se han colocado protecciones colectivas en las fases de cerramientos, cimentaciones y muros, estructura y movimiento de tierras con un importe total de 237467.11€.

Del análisis de los datos de la Tabla A.1 destacamos:

- En las fases de *acabados* y *otros*, donde se recogen 11 accidentes y de *gruistas/otros/replanteo*, donde se registran 5 accidentes, no hay costes derivados de la implantación de medidas en Seguridad y Salud, ya que no se colocaron protecciones, y se produjeron 16 accidentes que suponen un 8.99% sobre el total de accidentes.
- En las fases de *enfoscado* y *pinturas* (del grupo de obras de edificación), en las de *hormigones localizados* (del grupo de obras de obra civil) y en las de *prefabricados* y *pinturas* y *barreras* (del grupo de obras de obra civil), existe una inversión de 349009.79 €, que representa un 8.17 % del total del coste de Prevención de la muestra y no hay accidentes.
- En las fases de *aglomerado*, *movimiento de tierras* y *zanjas*, que engloban el 19.66% de los accidentes, la línea de tendencia de la relación bivalente no cumple las hipótesis de partida. Es decir, cuanto mayor es la inversión, mayor es el coste de los accidentes.
- En las fases de *cerramientos*, *estructuras*, *instalaciones* y *urbanización* se concentran el 69.66% de los accidentes y sí se cumple que a mayor coste en medidas de protección colectiva hay un menor coste por accidentes. Es decir, se cumple la hipótesis 4.II.1. Ver Gráfico 5.22.

5.2.5.1. Hipótesis 4.II.1: A mayor CP en una fase, menor coste de los accidentes en ella.

En el contraste de hipótesis del Grupo 4.II se observan diferencias significativas entre los valores de la siniestralidad laboral y los de los costes de la Prevención entre las distintas fases de ejecución. Esto es debido a que varían tanto los riesgos como las medidas preventivas correspondientes a cada fase en las obras de construcción.

En este caso, aplicamos el análisis bivalente ya que nos interesa estudiar si hay una posible asociación entre dos variables categóricas: la A –que representa mediante A_{r_i} los costes de los

accidentes en una fase $r_i, i = 1, 2, \dots, r$, y la B - que representa mediante B_s , los costes de los accidentes en una fase $s_j, j = 1, 2, \dots, s$, los costes de las medidas de Seguridad y Salud en la misma fase, $r_i = s_j$; r y s representan los correspondientes niveles de respuesta para cada variable. Es decir, las variables serán: $\{A_1, A_2, \dots, A_r\}$ y $\{B_1, B_2, \dots, B_s\}$.

Con el contraste de asociación χ^2 , planteamos las siguientes hipótesis de trabajo:

- H_0 : A y B son independientes (no hay asociación).
- H_1 : A y B son dependientes (hay asociación).

En la práctica, contamos con una tabla de contingencia $r \times s$, una tabla de frecuencias observadas y una tabla de frecuencias esperadas bajo la hipótesis H_0 . Si fijamos un nivel de significación α , por ejemplo, del 0.05, puede suceder que:

$\chi^2 > \chi^{2_{1-\alpha}}$, por lo que rechazamos H_0 . En consecuencia, existe asociación significativa ($p\text{-valor} < \alpha$).
 $\chi^2 \leq \chi^{2_{1-\alpha}}$, por lo que asumimos H_0 ($p\text{-valor} \geq \alpha$). El test es no significativo (n.s.).

Mediante el análisis descriptivo comprobamos que las fases de mayor siniestralidad laboral en nuestra muestra coinciden con las de cerramientos, estructuras, movimiento de tierras y zanjas. A continuación pasamos a comprobar si existe relación entre el coste de las medidas de Seguridad y Salud colocadas en cada fase y el coste de los accidentes acaecidos en la ella, según hemos descrito antes.

En el caso de la fase de cerramientos la tabla de contingencias arroja los datos que se muestran en la Tabla 5.44.

	CASOS					
	VÁLIDOS		PERDIDOS		TOTAL	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Coste PSS cerramientos * Coste acc. Cerramientos	18	48.6%	19	51.4%	37	100.00

Tabla 5.44. Resumen del procesamiento de los datos para la fase de cerramientos.
 Fuente: Elaboración propia.

	VALOR	GL	SIG. ASINTÓTICA (BILATERAL)
Chi-cuadrado de Pearson	(a) 90,000	85	0,335
Razón de verosimilitudes	37,365	85	1,000
Asociación lineal por lineal	1,762	1	0,184
N de casos válidos	18		

Tabla 5.45. Resultados de las pruebas de χ^2 para las variables en fase de cerramientos.
 Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 5.45, concluimos que en la fase de cerramientos no existe asociación entre las variables. Por tanto, el test no tiene significación y las variables son independientes; es decir, el coste de la Prevención no está relacionado con el coste de los accidentes.

En el caso de fase de estructuras, obtenemos los resultados que se recogen en la Tabla 5.46.

	CASOS					
	VÁLIDOS		PERDIDOS		TOTAL	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Coste PSS estructura * Coste acc. estructura	29	78.40	8	21.60	37	100.00

Tabla 5.46. Resumen del procesamiento de los datos para la fase de estructuras.
Fuente: Elaboración propia.

	VALOR	GL	SIG. ASINTÓTICA (BILATERAL)
χ^2 de Pearson	(a) 551.000	540	0.362
Razón de verosimilitudes	152.981	540	1.000
Asociación lineal por lineal	13.520	1	0.000
Nº de casos válidos	29		

Tabla 5.47. Resumen las pruebas de χ^2 para las variables en la fase de estructuras.
Fuente: Elaboración propia.

Podemos concluir que en la fase de estructuras existe asociación significativa entre las variables: coste de los accidentes y costes de la implantación de las medidas de Seguridad y Salud.

En el caso la fase de movimiento de tierras, analizamos los datos se recogen en la Tabla 5.48.

	CASOS					
	VÁLIDOS		PERDIDOS		TOTAL	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Coste PSS mvto. de tierras* Coste acc. mvto. de tierras	37	100.00	0	.00	37	100.00

Tabla 5.48. Resumen del procesamiento de datos en la fase de movimiento de tierras.
Fuente: Elaboración propia.

	VALOR	GL	SIG. ASINTÓTICA (BILATERAL)
χ^2 de Pearson	407.000 (a)	396	0.341
Razón de verosimilitudes	97.787	396	1.000
Asociación lineal por lineal	7.730	1	0.005
Nº de casos válidos	37		

Tabla 5.49. Pruebas de χ^2 para la fase movimiento de tierras.
Fuente: Elaboración propia.

Podemos concluir que para la fase de movimiento de tierras existe asociación significativa entre las variables: coste de los accidentes y costes de PSS, con los mismos condicionantes que en la fase anterior.

Para finalizar, en la fase de zanjas obtenemos una tabla de contingencias con los siguientes parámetros (ver Tabla 5.50).

	CASOS					
	VÁLIDOS		PERDIDOS		TOTAL	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Coste PSS zanjas * Coste acc. zanjas	24	64.9	13	35.1	37	100.00

Tabla 5.50. Resumen del procesamiento de datos para la fase de zanjas.
Fuente: Elaboración propia.

	VALOR	GL	SIG. ASINTÓTICA (BILATERAL)
Chi-cuadrado de Pearson	96.000	92	0.367
Razón de verosimilitudes	32.717	92	1.000
Asociación lineal por lineal	22.177	1	0.000
Nº de casos válidos	24		

Tabla 5.51. Resumen pruebas de χ^2 para las variables en la fase de zanjas.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso también existe asociación significativa en la fase de zanjas entre las variables coste de los accidentes y el coste de PSS.

Al analizar las hipótesis de este grupo por fases, se observa que:

- En las fases de *estructura, instalaciones, cerramientos y urbanización*, a medida que aumenta el coste de prevención y disminuye el coste de los accidentes. Por tanto, se cumple la hipótesis 4.II. Como puede verse en el Gráfico 5.22, en estas fases se concentra el 69.66% de los accidentes totales y se soporta el 44.86% de los costes totales de la Prevención.
- En el resto de fases no se cumple la hipótesis 4.II, sino que al aumentar el coste de la Prevención también aumenta el coste de los accidentes.

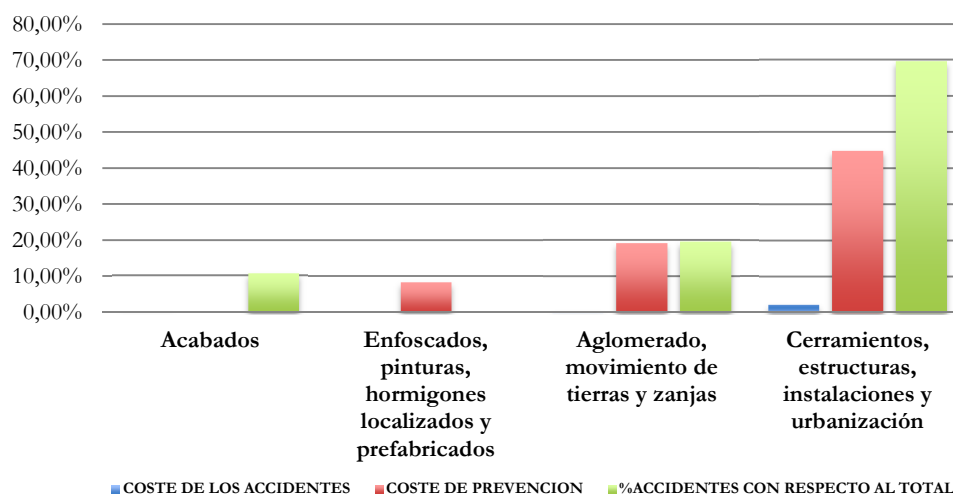


Gráfico 5.23. Comparación gráfica por fases entre el coste de la Prevención, el coste de los accidentes y el porcentaje de accidentes con respecto al total.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6. Grupo 4.III.- Relación entre el número de accidentes y el coste de los accidentes.

Nos plantemos comprobar la hipótesis de que a mayor número de accidentes, su coste medio va aumentando. Es decir, se trata de comprobar el hecho de que a medida que se producen más accidentes en la obra, las consecuencias sean peores y, por tanto, el coste medio del accidente es mayor.

En primer lugar, comprobaremos si existe una relación positiva entre las variables. En efecto, existe y además es significativa (ver Tabla 5.52). Sin embargo, cuando realizamos un estudio más profundo de cada una de las obras de nuestra muestra no obtenemos los mismos resultados (ver gráficos 5.23, 5.24 y 5.25).

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.661	0.000	40
Rho de Spearman	0.427	0.006	40

Tabla 5.52. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *número de accidentes y costes de los accidentes en cada obra*.
Fuente: Elaboración propia.

Si representamos en una gráfica los accidentes, de forma que en el eje de abscisas figuren ordenados cronológicamente los accidentes en algunas de las obras y en el de ordenadas los costes de cada uno de ellos, y si seleccionamos aquellas de mayor siniestralidad laboral, podemos comprobar cómo el coste de un accidente es independiente del coste del accidente que se ha producido anteriormente.

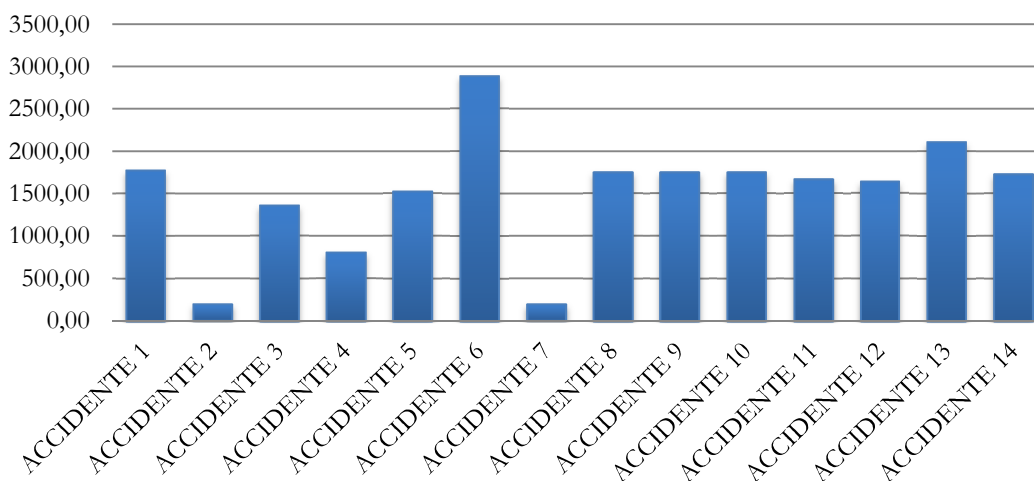


Gráfico 5.24. Comparación de los costes de los accidentes en la obra MA/1/01/10-7
Fuente: Elaboración propia.

En la primera obra seleccionada, MA/1/01/10-7, se produjeron 14 accidentes. Entre ellos, los accidentes número 4, 5 y 6 son accidentes calificados como graves. Podemos ver cómo el coste de cada accidente ha sido mayor que el del anteriormente producido y, sin embargo, el coste desciende drásticamente en el siguiente accidente, el número 7, y luego se mantiene prácticamente constante. Por tanto, no podemos afirmar que la hipótesis sea cierta.

En el caso de la obra MA/2/30/8-10 no se produce ningún accidente grave, son todos leves y sus costes son independientes, el coste de un accidente no está influido por el coste del accidente anterior.

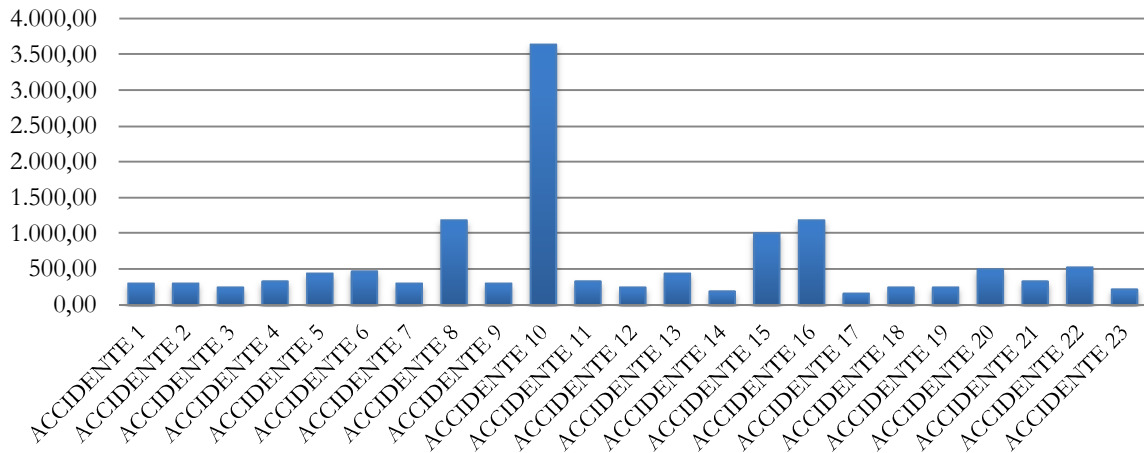


Gráfico 5.25. Comparación de los costes de los accidentes en la obra MA/2/30/8-10.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el caso de la obra CE/1/28/2-10, los máximos de la representación gráfica coinciden con los dos accidentes graves de la obra y, sin embargo, los accidentes siguientes descienden drásticamente y, en general, tienen un coste que es casi constante.

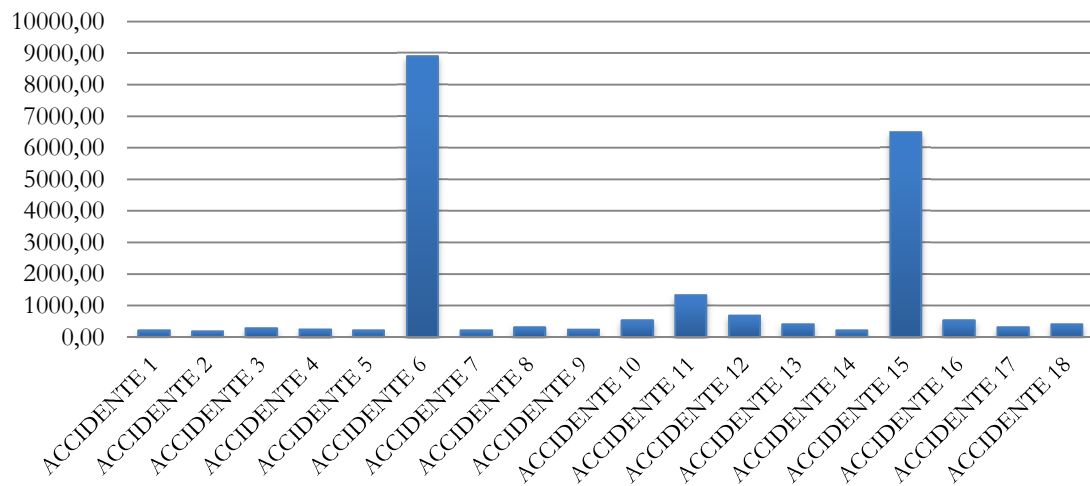


Gráfico 5.26. Comparación de los costes de los accidentes en la obra CE/1/28/2-10.
Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que existe una relación significativa entre el número de accidentes y el coste de los mismos, no se verifica la hipótesis que determina el Grupo 4.III. Esta ausencia de relación, a nuestro juicio, resulta contradictoria con las conclusiones de autores como Heinrich (1959) y Bird (1974) que, entre otros, postularon que por cada accidente grave que ocurriera en una obra se habrían producido previamente algunos leves. De cumplirse estas premisas, a medida que aumentara el número de accidentes su coste debería aumentar como consecuencia del incremento de su gravedad, lo cual no se corrobora con esta investigación.

5.2.7. Grupo 4.IV.- Relación entre los costes de los accidentes con el número de trabajadores (propios, totales y subcontratistas) y el de empresas subcontratistas.

En las hipótesis anteriores hemos corroborado que el número de accidentes tiene correlación positiva con el número de trabajadores totales, con el número de trabajadores subcontratistas y con el número de empresas subcontratistas. Ahora nos planteamos estudiar si el coste de los accidentes tiene, o no, relación con las mismas variables.

5.2.7.1. Hipótesis 4.IV.1: A mayor número de trabajadores totales, mayores costes de los accidentes.

Una vez comprobado que el número de accidentes aumenta cuando lo hace el número de trabajadores totales, en la hipótesis siguiente vamos a analizar si existe relación entre el coste de los accidentes y el número de trabajadores totales.

Como los datos no tienen normalidad, utilizaremos test no paramétricos. Hallamos el coeficiente de correlación Rho de Spearman y de Pearson.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.045	0.000	40
Rho de Spearman	0.626	0.000	40

Tabla 5.53. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *coste de los accidentes* y *número de trabajadores totales*.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos que figuran en la Tabla 5.53 deducimos que existe relación entre las variables ya que la correlación es positiva y significativa. Es decir, cuanto mayor es el número de trabajadores totales, mayor será el coste de los accidentes.

5.2.7.2. Hipótesis 4.IV.2: A mayor número de trabajadores propios, mayores costes de los accidentes.

En el caso de los trabajadores propios en la relación entre las variables, coste del accidente y número de trabajadores propios, ocurre como con las variables número de accidentes y el número de trabajadores propios, no existe relación.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.164	0.311	40
Rho de Spearman	0.065	0.690	40

Tabla 5.54. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *coste de los accidentes* y *número de trabajadores propios*.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.7.3. Hipótesis 4.IV.3: A mayor número de trabajadores subcontratados, mayores costes de los accidentes.

En el caso de los trabajadores subcontratados, solo en el caso del test de Spearman existe relación positiva y significativa entre las variables: media de trabajadores subcontratistas y costes de los accidentes.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	-0.002	0.988	40
Rho de Spearman	0.360	0.022	40

Tabla 5.55. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *coste de los accidentes* y *número de trabajadores de empresas subcontratadas*.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.7.4. Hipótesis 4.IV.4: A mayor número de empresas subcontratistas, mayores costes de los accidentes.

De nuevo pensamos en la posibilidad de que el coste de los accidentes no dependen tanto del número de trabajadores como del número de empresas subcontratadas (independientemente del número de trabajadores en cada una de ellas) y, como en el caso anterior, se cumple la relación. Es decir, a mayor número medio de empresas subcontratistas en la obra, el coste de los accidentes es mayor.

	COEFICIENTE	p-VALOR	N
Pearson	0.437	0.005	40
Rho de Spearman	0.454	0.003	40

Tabla 5.56. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *coste de los accidentes* y *número medio empresas subcontratistas*.

Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, en el Grupo 4.IV. se verifican tres de las cuatro hipótesis planteadas en el mismo sentido que las hipótesis del Grupo 3.I. Es decir, el coste de los accidentes está relacionado con el número de trabajadores totales, la media de trabajadores de empresas subcontratistas y el número medio de empresas subcontratadas, de forma que cuanto mayores son estas últimas variables, mayor resulta el coste de los accidentes.

5.2.8. Grupo 5.I.- Relación entre los costes de la Seguridad y Salud, CP, con el Grado de Avance, GA, de la obra (% obra ejecutada).

En este grupo de hipótesis relacionamos los costes de la Prevención con el Grado de Avance, GA. Como vimos en el análisis descriptivo, el mayor coste en la implantación de las medidas de Seguridad y Salud en nuestra muestra se da en las obras con un GA comprendido entre el 50 y el 60% y en aquellas que están en fase de terminación.

5.2.8.1 Hipótesis 5.I.1: A medida que aumenta el GA, los costes de la Prevención disminuyen.

Intentamos demostrar si existe relación entre las variables CP y GA. Concretamente, queremos ver si a medida que aumenta el GA, los costes de la Prevención disminuyen. En este caso comprobamos que la correlación no es significativa, es decir, no disminuyen los costes de Seguridad y Salud a medida que aumenta el porcentaje de obra ejecutada.

Por experiencia, podemos afirmar que el mayor coste de implantación de protecciones se lleva a cabo en los primeros meses de ejecución de la obra, ya que son las fases en las que, por lo general, se acumulan los mayores riesgos. Por tipología de obra, en edificación es en las primeras etapas de la de ejecución, cuando se concretan las fases con mayor riesgo de caída de altura, y en las obras civiles también es hacia la primera mitad de la obra, en donde se realizan los grandes movimientos de tierras y se inician las estructuras, cuando los riesgos son mayores. Sin embargo, en la muestra de estudio, los accidentes se concentran hacia el primer tercio de las obras, con lo que cabría esperar que hay un mayor coste de la Prevención en ese periodo para disminuir posteriormente, hecho que se corrobora por el contraste de la hipótesis C.

	COEFICIENTE	<i>p-VALOR</i>	N
Pearson	-0.081	0.620	40
Rho de Spearman	0.066	0.686	40

Tabla 5.57. Cuadro resumen de los resultados de Pearson y Rho Spearman para la relación entre las variables: *coste de la Seguridad y Salud y Grado de Avance*.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.9. Grupo 5.II.- Relación entre los costes de accidentes y el Grado de Avance.

En este caso queremos comprobar si existe relación entre la variable GA y el coste de los accidentes.

5.2.9.1 Hipótesis 5.II.1: A medida que aumenta el GA, los costes de los accidentes aumentan.

Concretamente, nos planteamos estudiar si existe la posibilidad de que el accidente sea más costoso a medida que avanza la obra. De nuevo, como los datos no tienen normalidad, utilizaremos test no paramétricos.

	COEFICIENTE	<i>p-VALOR</i>	N
Pearson	-0.103	0.529	40
Rho de Spearman	0.755	0.051	40

Tabla 5.58. Resumen de los resultados de la aplicación de los test de Pearson y Spearman para estudiar la relación entre las variables: *número de accidentes y GA*.
Fuente: Elaboración propia.

En este caso, las variables no están relacionadas ya que el *p-valor* es 0.051, que es superior a 0.05 para Spearman y 0.529 para el caso de Pearson. En definitiva, existe relación significativa entre el coste de los accidentes y el GA.

5.2.10. Grupo 6.- Relación entre las sanciones de la Inspección de Trabajo u otros organismos oficiales y los accidentes de trabajo.

Con el grupo de hipótesis 6 intentamos comparar la variable sanciones de la Inspección de Trabajo en cada obra con los niveles de siniestralidad laboral en la misma. Debido a que

únicamente hemos recogido dos sanciones de la Inspección de Trabajo en la muestra de obras sobre la cual estamos basando nuestra investigación, no es posible realizar el contraste.

Como se ha puesto de relieve a través del análisis bivariante, sólo se consigue relación significativa entre las variables analizadas en diez de las veinte hipótesis contrastadas. En este sentido, y a nuestro juicio, se puede afirmar que la ocurrencia de los accidentes y su coste constituyen problemas complejos que no dependen de una única variable. Estas conclusiones resultan coherentes con los resultados obtenidos por otros investigadores como Abdelhamid y Everett (2000), Gibb *et al.* (2001), Gibb *et al.* (2006), o Haslam *et al.* (2005), entre otros.

5.3. Modelos de regresión.

A la vista de los resultados obtenidos con los test no paramétricos, se ha recurrido a otro modelo estadístico predictivo para ver si sus resultados arrojan más luz sobre el problema estudiado, es decir, el de la ocurrencia de accidentes en las obras de construcción y el coste de los mismos. Como demostraremos a continuación, el modelo de Poisson se ajusta mejor a las características de los fenómenos estudiados en esta investigación. Con la aplicación de Poisson se obtiene un modelo que permite hacer una estimación del número de accidentes que pueden ocurrir en una obra de construcción, a partir de un conjunto de variables significativas. Una vez estimado el número de accidentes en una obra, se podrá estimar su coste, lo que permitirá calcular el coste total de Seguridad y Salud de la obra al sumarle el coste de la Prevención. De este modo, los gestores dispondrán de una herramienta adecuada para la obtención de información útil a la hora de adoptar decisiones en materia de Prevención en las obras de construcción.

5.3.1. Modelo de regresión lineal.

Los modelos de regresión, también llamados modelos predictivos, pretenden como hemos visto en el apartado anterior la representación de la relación entre dos (o más) variables a través de un modelo formal. Para ello buscan una expresión lógico-matemática que interprete cómo es esa relación y permita realizar predicciones de los valores que tomará una de las dos variables (la que se asuma como *variable de respuesta*, dependiente, criterio o *Y*) a partir de los valores de la otra (la que se asuma como *variable explicativa*, independiente, predictora o *X*).

En lo que respecta al papel que juegan las variables en el modelo de regresión, mientras que en el análisis de la relación entre dos variables no se asumía un rol específico para las variables implicadas (*rol simétrico* de las variables), la aplicación de un modelo predictivo supone que una de las dos variables adopta el papel de variable explicativa y la otra el de variable de respuesta y, por tanto, se dice que las variables adoptan un *rol asimétrico*.

En la literatura estadística se plantean distintos tipos de modelos predictivos que han dado respuesta a las características (escala de medida, distribución...) de las variables que pueden aparecer implicadas en un determinado modelo. El más conocido es el modelo de regresión lineal (variable de respuesta cuantitativa), si bien, otras opciones a tener en cuenta son el modelo de regresión logística (variable de respuesta categórica) o el modelo de *Poisson* (variable de respuesta cuantitativa con distribución muy asimétrica), entre otros.

5.3.1.1. Conceptos básicos sobre el análisis de regresión lineal.

El modelo de regresión lineal es el más utilizado a la hora de predecir los valores de una variable cuantitativa a partir de los valores de otra variable explicativa también cuantitativa (modelo de regresión lineal simple). Una generalización de este modelo, el de regresión lineal múltiple, permite considerar más de una variable explicativa cuantitativa. En otros casos también es posible incluir variables explicativas categóricas en un modelo de regresión lineal siguiendo una *codificación ficticia*, es decir, una determinada estrategia en la codificación de los datos.

En concreto, como hemos hecho en el contraste de hipótesis anterior, según el modelo de regresión lineal simple, los resultados obtenidos por los datos en variables, una de ellas considerada como variable predictora (X) y la otra como variable de respuesta (Y), vienen representados por la ecuación de una línea recta.

Cuando hay más de una variable explicativa obtenemos el modelo de regresión lineal múltiple, en el que se utiliza un subíndice para cada una de ellas.

Si consideramos como variable dependiente el coste en accidentes y variables independientes coste total en Seguridad y Salud hasta la fecha, el número de trabajadores y el presupuesto del PSS, el modelo que obtenemos es el siguiente:

MODELO	R	R^2	R^2 CORREGIDA	ERROR TÍP. DE LA ESTIMACIÓN
1	(a) .725	0.525	0.485	3.61595934

Tabla 5.59. Modelo bivalente de costes de accidentes y variables independientes.
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5.60 incluimos las variables que se ven implicadas en nuestra regresión.

MODELO	COEF. NO ESTANDARIZADOS		COEF. ESTANDARIZADOS	T	SIG.
	B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
1 (Constante)	61.621	713.196		0.086	0.932
Coste total en Seguridad y Salud hasta la fecha de la visita	0.003	0.009	0.084	0.294	0.770
Presupuesto del PSS (Plan de Seguridad y Salud)	0.001	0.004	0.031	0.149	0.883
Número de trabajadores totales	2.784	1.311	0.622	2.124	0.041

Tabla 5.60. Modelo bivalente de costes de accidentes y variables independientes.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobamos que en el modelo sólo es significativo el número de trabajadores totales, lo que nos lleva a pensar que este modelo de regresión no es el que mejor se adapta a los datos de nuestra muestra.

5.3.2. Modelo de Poisson y binomial negativo.

En los accidentes de trabajo, como en el caso de los accidentes de tráfico los sucesos son “discretos”, “raros” y debidos al azar. El modelo de Poisson es razonable para eventos que ocurren al azar e independientemente en el tiempo (Karlaftis & Golias, 2002). Es por ello que la idea de pronosticar los sucesos resulta más adecuado con la distribución de Poisson y, además, resulta más acertada que otros modelos logarítmicos de regresión (Mattar-habib *et al.*, 2008).

El modelo de Poisson es un modelo que se adapta bien a los sucesos o eventos raros o a los fenómenos infrecuentes, como es el caso de los accidentes de trabajo. Estos fenómenos, también llamados *dato de conteo*, son un ejemplo de la probabilidad de Poisson.

Por tanto cuando la variable respuesta es de tipo conteo, el modelo que más frecuentemente se usa en investigación es el modelo de regresión de Poisson (Mortavazi, 2007).

El modelo está basado en la distribución de probabilidad de Poisson. En este tipo de fenómenos la variable respuesta es en todos los casos discreta y toma, por tanto, solo un número finito de valores. Una de las características de Poisson es la independencia del número de incidentes en intervalos distintos (Chua & Goh, 2005).

La distribución de Poisson se caracteriza por:

$$f_{\mu}(Y) = \frac{\mu^Y e^{-\mu}}{Y!}$$

$f_{\mu}(Y)$ es la probabilidad de que la variable Y tome valores enteros positivos.

μ es el número medio de sucesos esperados.

Se puede probar que tanto la esperanza matemática de que aparezca el suceso Y , $E(Y)$, y su varianza, $var(Y)$, son iguales a μ . Es decir que la media y la varianza en la distribución de Poisson tienen el mismo valor.

En el caso de que la media supere la varianza, utilizaremos la distribución binomial negativa (Lord & Mannering, 2010). En nuestra muestra, como sucede en la mayoría de las distribuciones en las que se da sobre dispersión, también hay sobre dispersión en los datos por lo que podemos utilizar el modelo de regresión binomial negativa (Pei, 2009).

El modelo de regresión de Poisson se identifica: $Y_i = E(Y_i) + u_i = \mu_i + u_i, i = 1, 2, \dots, n$. Los valores de Y se distribuyen como variables respuesta de Poisson, es decir, con una media para cada variable expresada como sigue:

$$\mu_i = E(Y_i) = \beta_1 + \beta_2 X_{2_i} + \beta_3 X_{3_i} + \dots + \beta_k X_{k_i}$$

y donde las variables X_{k_s} están afectadas por las medias.

En nuestra muestra vamos a empezar pronosticando el número de accidentes que pueden ocurrir en nuestras obras para, posteriormente, poder calcular su coste y así determinar los costes de Seguridad y Salud.

Los resultados que se obtienen al hacer la regresión son los que aparecen en la Tabla 5.61.

El modelo predictivo que mejor se adapta a los datos de nuestra muestra es la distribución de Poisson truncada, ya que AIC y BIC son los de menor valor absoluto. Y, según esta

distribución, el número de accidentes varía, positivamente, con el número de trabajadores, la media de empresas subcontratistas, con el número de empresas subcontratistas y el presupuesto de Seguridad y Salud en tanto que varían, negativamente, con el coste de prevención y con el Grado de Avance, tal como recoge la expresión:

$$N^{\circ} \text{ de accidentes} = 0.005W + 0.047\overline{SC} - 0.029PC + 0.919SB - 0.030P^2$$

Donde:

W: nº total de trabajadores.

\overline{SC} : media de empresas subcontratistas

PC: Coste de la Prevención.

SB: Presupuesto de Seguridad y Salud.

*P*²: Grado de Avance.

	REGRESIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS	REGRESIÓN DE POISSON	REGRESIÓN DE POISSON TRUNCADA	REGRESIÓN BINOMIAL NEGATIVA
Total de Trabajadores	0.031 (0.005)	0.006 (0.003)	0.008 (0.005)	0.006 (0.007)
Media empresas subcontratistas	0.235 (0.067)	0.044 (0.038)	0.050 (0.047)	0.054 (0.057)
gasto_SS_actual	-0.000 (0.095)	-0.000 (0.036)	-0.000 (0.029)	-0.000 (0.052)
pres_PSS	0.000 (0.154)	0.000 (0.755)	0.000 (0.919)	0.000 (0.527)
GA	0.098 (0.211)	0.030 (0.126)	0.038 (0.105)	0.023 (0.179)
GA²	-0.001 (0.140)	-0.0004 (0.044)	-0.0001 (0.030)	-0.0003 (0.058)
N	41	41	41	41
AIC	211.438	185.826	172.655	182.568
BIC	225.147	199.533	186.364	197.990

Tabla 5.61. Resultados de la regresión.
Fuente: Elaboración propia.

De su interpretación se deduce que, manteniendo constante el resto de regresores:

- Para el cálculo del número de accidentes, el número de trabajadores totales de la obra resulta significativo de un modo positivo.
- Para el cálculo del número de accidentes, la media de empresas subcontratistas de la obra resulta significativo de un modo positivo.
- Para el cálculo del número de accidentes el coste de prevención de la obra resulta significativo de un modo negativo.
- Para el cálculo del número de accidentes, el presupuesto de PSS de la obra resulta significativo de un modo positivo.

- Para el cálculo del número de accidentes, el grado de avance de la obra resulta significativo de un modo positivo.

Dado el comportamiento de la variable *Grado de Avance* en la muestra, se intuye que su comportamiento no es lineal. Para estudiar la significación de esta variable, es necesario contrastar la hipótesis conjunta de que los coeficientes de “Grado de Avance” y “Grado de Avance al cuadrado” son cero (y no los contrastes individuales t-Student). Como el mejor modelo es la regresión truncada de Poisson (ver Tabla 5.62), estudiamos el contraste conjunto para esta columna:

Hip. Nula: coef. $GA = \text{coef. } GA^2 = 0$

Estadístico: χ^2 , con 2 grados de libertad=8.73.

$p\text{-valor}=0.0127$

Por tanto, rechazamos la hipótesis nula y ambos coeficientes son conjuntamente significativos. Por tanto confirmamos que la variable “Grado de Avance” es significativa para explicar el comportamiento del número de accidentes, y su efecto es cuadrático.

Construimos el Gráfico 5.26 para comprobarlo.

GRADO DE AVANCE	NÚMERO MEDIO DE ACCIDENTES PRONOSTICADOS
0%	3.47
10%	4.83
20%	6.14
30%	7.11
40%	7.51
50%	7.23
60%	6.35
70%	5.10
80%	3.72
90%	2.48
100%	1.51

Tabla 5.62. Accidentes pronosticados según Grado de Avance con el modelo de Poisson truncada.

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, una vez que se confirma que dicha variable es significativa para explicar el comportamiento del número de accidentes, y que su efecto es cuadrático, se puede pronosticar la variación del número medio de accidentes en función del GA, manteniendo los demás regresores constantes. Gráficamente puede observarse que el número medio de accidentes resulta máximo, en torno a 7, para un GA cercano al 47%. Ver Gráfico 5.26.

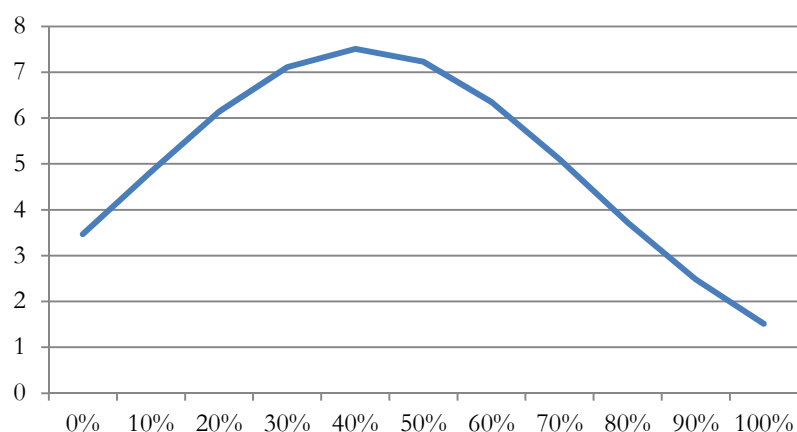


Gráfico 5.27. Número medio de accidentes pronosticados.
Fuente: Elaboración propia.

En este capítulo se han presentado los resultados del análisis de los datos, obtenidos a través de la encuesta realizada, con objeto de conocer las interrelaciones existentes entre diversas variables relevantes para la Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales como son: los costes de la Prevención, la ocurrencia de accidentes y su coste, el Presupuesto de Ejecución Material de la obra o el presupuesto del Plan de Seguridad y Salud, entre otras.

Del análisis bivariante aplicado para la verificación de las hipótesis de partida, resultan destacables las siguientes conclusiones:

- A mayor Presupuesto de Ejecución Material y de Seguridad y Salud en las obras de construcción, el coste derivado de las medidas preventivas resulta ser mayor, tanto en valores absolutos como relativos. Es decir, a medida que aumenta el tamaño de la obra, en términos económicos, también aumenta la inversión en Seguridad y Salud.
- Se observan diferencias significativas en los valores de la siniestralidad laboral y de los costes de la Prevención entre las distintas fases de ejecución, debido a que los riesgos y medidas preventivas asociados a cada fase son diferentes en las obras de construcción. En concreto, en las fases de *estructura, instalaciones, cerramientos y urbanización*, se verifica la hipótesis de partida, según la cual a medida que aumenta el coste de la Prevención, disminuye el coste de los accidentes; en cambio, en el resto de fases no se cumple esta hipótesis, sino que al aumentar el coste de la Prevención también aumenta el coste de los accidentes.
- Se verifica que el nivel de siniestralidad laboral será mayor cuanto mayores sean el número de trabajadores totales en la obra, la media de trabajadores subcontratistas y el número medio de empresas subcontratadas; en cambio, no se ha verificado que el nivel de accidentalidad esté relacionado con el número medio de trabajadores propios.
- Asimismo, se verifica que el coste de los accidentes está relacionado con el número de trabajadores totales, la media de trabajadores de empresas

subcontratistas y el número medio de empresas subcontratadas, de forma que cuanto mayores son estas últimas variables, mayor resulta el coste de los accidentes.

- El coste de la Prevención resulta independiente del GA de la obra.

No obstante, con el análisis estadístico bivariante sólo se consigue relación significativa, entre las variables analizadas, en diez de las veinte hipótesis contrastadas, lo que corrobora que la ocurrencia de los accidentes y su coste constituyen problemas complejos que no dependen de una única variable. En consecuencia, se ha recurrido a otro modelo estadístico predictivo más adecuado al problema estudiado.

A este respecto, el modelo que mejor se adapta a los datos de la muestra es la distribución de Poisson truncada, ya que AIC y BIC son los de menor valor absoluto. De acuerdo con los resultados obtenidos con esta distribución, el número de accidentes varía, positivamente, con el número total de trabajadores, la media de empresas subcontratistas y el Presupuesto de Seguridad y Salud; en tanto que varía negativamente con el coste de la Prevención y el GA.

Con la aplicación de *Poisson* se obtiene un modelo que permite pronosticar el número de accidentes que pueden ocurrir en una obra de construcción a partir de un conjunto de variables significativas. Una vez estimado el número de accidentes en una obra, se podrá estimar su coste, lo que permitirá calcular el coste total de Seguridad y Salud en la obra, al sumarle el coste de la Prevención. De este modo, los gestores dispondrán de una herramienta adecuada para la obtención de información útil para la adopción de decisiones en materia de Prevención en las obras del sector de la Construcción.

Tras el tratamiento estadístico realizado, comprobamos la necesidad de recoger y analizar datos de costes relacionados con la Seguridad y Salud, al objeto de optimizar la toma de decisiones en el ámbito empresarial en materia de Prevención de Riesgos Laborales, de ahí que, en el Capítulo 6 de esta Memoria se revisen los métodos de valoración y análisis de los *costes de la Seguridad y Salud en las empresas del sector de la Construcción* y se presente la *definición y clasificación de los costes* que guiará esta investigación. Finalmente, se propone un *método de cálculo* para los costes de la Seguridad y Salud, así como algunos indicadores para la gestión de los mismos.

CAPÍTULO 6.

Modelo CSS_PEI2012 de análisis, cálculo y control de Costes relacionados con la Seguridad y Salud en las Empresas Constructoras.

En este capítulo se pone de relieve la definición de costes de Seguridad y Salud que va a guiar nuestro trabajo, así como la clasificación de los costes relacionados con la Seguridad y Salud, que estimamos más conveniente para la gestión de los mismos en la empresa constructora. Finalmente, haremos referencia al modelo que proponemos para su cálculo y control en una empresa constructora tipo.

6.1. Costes de Seguridad y Salud en Construcción.

El concepto de *costes relacionados con la Seguridad y Salud* en las empresas de la Construcción ha sido analizado en el desarrollo de esta investigación. Su definición es fruto del análisis de la documentación consultada y de la experiencia profesional lograda en el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales dentro del sector de la Construcción, como Jefe de la Prevención de Riesgos Laborales.

Como ya pusimos de manifiesto en el apartado 2.1.3 del Capítulo 2, el sector de la Construcción presenta unas particularidades que influyen en su nivel de siniestralidad. Entre ellas podemos destacar, de acuerdo con Leopold y Leonard (1987), que nos enfrentamos a un *producto* en el que debido a su temporalidad, la organización de la producción resulta complicada; además, se trata de un sector con altos índices de subcontratación, que presenta un importante número de contratos de duración determinada (Guadalupe, 2003), con alta rotación de personal y con gran inestabilidad de pequeñas y medianas empresas.

El objetivo principal que persigue la Seguridad y Salud en el trabajo es reducir los efectos negativos de las condiciones en que se desarrollan las obras de Construcción y que originan, entre otras consecuencias, niveles de siniestralidad, mayores a los del resto de sectores de actividad (Dorman, 2000; Enge, 2009), como pusimos de manifiesto en el apartado 2.3.1 *La siniestralidad laboral*, también en el Capítulo 2.

Las causas fundamentales que originan la mayoría de los accidentes de trabajo en el sector de la Construcción son debidas a la existencia de condiciones inseguras que no son identificadas y que, por tanto, no son controladas antes del comienzo de la ejecución de la obra. En ocasiones, estas causas son consecuencia de situaciones en las que se continúa con la actividad pese a conocer la existencia de una situación de inseguridad para los trabajadores (Abdelhamid & Everett, 2000). En efecto, Abdelhamid y Everett (2000) pusieron de manifiesto que una causa habitual que motiva la ocurrencia de los accidentes de trabajo en las obras de la Construcción es la realización de la actividad laboral sin colocar las medidas de Seguridad y Salud que se han planificado como necesarias para desarrollar ese trabajo en cuestión.

Dicha siniestralidad laboral repercute económicamente en las empresas, incluso los incidentes o los accidentes de consecuencias más leves tienen repercusiones económicas considerables (Hinze, 1991).

Siguiendo a algunos autores, hemos comprobado en el Capítulo 3 que podemos afirmar que no existe una conciencia clara de contabilizar los costes de la Seguridad y Salud en las empresas por diferentes motivos: la dificultad de reducir la salud de los trabajadores a términos económicos (Andreoni, 1986), la limitación de tratar con mecanismos de economía de mercado normales, la Seguridad y Salud como bien público (Bailey *et al.*, 1995) o la subestimación de estos costes por parte de los empresarios (Brody *et al.*, 1990).

De acuerdo con Brody *et al.* (1990), podemos afirmar que, en gran medida, la existencia de la inversión en Seguridad y Salud está condicionada por la repercusión económica de los accidentes en los resultados de la empresa. Sin embargo, no sólo las consecuencias económicas de los accidentes hacen necesaria la inversión en Seguridad y Salud en las obras de la Construcción, sino que la mejora de las condiciones de trabajo requiere de la implementación

de medidas de la Prevención y, por tanto, un coste añadido para la empresa constructora (Hinze, 1991).

Una parte de los autores consultados ponen de manifiesto que la inversión en Seguridad y Salud por parte de los empresarios responde a una determinada motivación. Heinrich anunció que los empresarios tenían una doble motivación para prevenir los accidentes; por un lado, una motivación moral y legal con los seguros de los accidentes y, por otro, la contractual con sus trabajadores (Heinrich, 1930). En el mismo sentido, Brody *et al.* (1990) identifican tres motivaciones para la inversión en Seguridad y Salud:

- Una motivación voluntaria, dirigida a la mejora en los procedimientos de trabajo.
- Una motivación relacionada con los incentivos de la Seguridad Social, como pueden ser las compensaciones económicas en los seguros de las empresas de menor siniestralidad laboral.
- Una motivación coercitiva relacionada con las leyes y sanciones dictadas para mejorar las condiciones de trabajo.

Otros autores, sin embargo, consideran que la motivación más importante para que el empresario invierta en Seguridad y Salud es, únicamente, el elevado coste de los accidentes (Laufer, 1987; Levitt & Parker, 1976; Simmonds & Grimaldi, 1984).

Independientemente de cuál sea la motivación, todos los autores antes citados concluyen que los costes de la Seguridad y Salud existen y son importantes. Sin embargo también coinciden en que estos costes no son suficientes como para considerar la motivación económica como la única causa por la que la empresa decide invertir en Seguridad y Salud.

En definitiva, los costes en Seguridad y Salud en la empresa constructora se asumen con el objetivo no sólo de mejorar las condiciones de trabajo de los empleados y de reducir los índices de siniestralidad, sino también de evitar sanciones, de tener beneficios sociales, de tener mejor imagen de mercado y de otras mejoras para el futuro (Dorman, 2000).

6.2. Delimitación de los costes relacionados con la Seguridad y Salud.

Como ya hemos indicado, y de acuerdo con numerosos autores⁶³, los empresarios tienden a infravalorar los costes indirectos de Seguridad y Salud, subestimando así los beneficios asociados a las acciones en materia preventiva. Es por ello que, a pesar de los esfuerzos en las investigaciones sobre el cálculo y control de los costes de Seguridad y Salud, estos no constituyen aún una práctica común en las empresas. Esta carencia en la gestión empresarial podría deberse a la sobrecarga que supondría para la dirección, las reticencias para la modificación de los métodos contables o el escaso reconocimiento de los departamentos de Seguridad y Salud en las empresas (Jallon *et al.*, 2011). Así pues, los investigadores, dada la complejidad de la valoración de dichos costes, suministran métodos útiles adaptados a la gestión de tales magnitudes. Gosselin (2004) añade el hecho de que ninguno de los métodos de cálculo resultado de las investigaciones para la evaluación de los costes indirectos de Seguridad y Salud sea universal o generalizable.

⁶³ A tal efecto, entre otros, pueden consultarse: Andreoni (1986), Brody *et al.* (1990), Dorman (2000), Gosselin (2004) y Jallon *et al.* (2011).

De lo anterior se desprende que no existe una toma de conciencia en las empresas para la identificación de los costes de la Seguridad y Salud. Este hecho se confirma también, como indicábamos en la introducción del epígrafe 6.1, en los resultados obtenidos en la *Encuesta Nacional de la Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas* (INSHT, 2009) en lo relativo a las empresas del sector de la Construcción.

La gestión de los costes de Seguridad y Salud requiere un control contable de las actividades que les afectan. Sin embargo, los sistemas actuales de contabilidad de las empresas constructoras no suelen identificarlos, sino que suelen contabilizar algunos de ellos de forma dispersa en distintas partidas contables o, simplemente, no aparecen recogidas de forma diferenciada en su sistema informativo contable (Rikhardsson, 2004; Aaltonen *et al.*, 1996).

Este hecho se confirma también en la investigación empírica que hemos realizado. En el transcurso de nuestro análisis, hemos podido constatar que, efectivamente, no se calculan y, por lo tanto, no se controlan los costes de Seguridad y Salud en este tipo de empresas.

A nuestro juicio, el conocimiento del comportamiento de los costes de Seguridad y Salud constituye una información relevante para la gestión de la Prevención en las empresas. En este sentido, nuestra investigación se centra en el desarrollo de un modelo para la gestión de los costes de Seguridad y Salud en las empresas de la Construcción.

En la actualidad, la competitividad de las empresas exige mantener bajo control los costes del proceso productivo y, en general, de todas las actividades que acometan. Según se recoge en el artículo 16 de la Ley 31/1995 de la Prevención de Riesgos Laborales (MTAS, 1995), la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales debe integrarse en el sistema general de gestión de la empresa. Por otro lado, la Prevención de Riesgos Laborales constituye una actividad más en la gestión empresarial a través de la cual se desarrollan estrategias de mejora de las condiciones de trabajo mediante la implementación de medidas de Seguridad y Salud.

En la gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la contabilidad interna debería proporcionar información útil. De acuerdo con Gosselin (2004), las empresas capaces de gestionar correctamente sus costes de Seguridad y Salud obtendrán mejores resultados en su ámbito de actuación. Por lo tanto, los costes correspondientes a la gestión de la Seguridad y Salud en la empresa deberían formar parte de la información suministrada por su sistema contable, como punto de partida para el análisis y control de dichos costes. En efecto, como ponen de relieve Requena y Vera (2009), la cuantificación de un fenómeno posibilita su control.

Desde esta perspectiva, resulta necesario delimitar aquellas categorías del coste de Seguridad y Salud que constituyan *objetos de cálculo* útiles para la toma de decisiones en materia de la Prevención. Una vez delimitados los objetos de cálculo más apropiados, deberían realizarse las adaptaciones convenientes en el sistema informativo contable, para la recogida de datos y el suministro de la información en relación a los objetos de cálculo elegidos.

A la hora de establecer las categorías de costes más relevantes, observamos un gran paralelismo entre la gestión de los costes de la Calidad y la gestión de los costes de Seguridad y Salud en las empresas, con particularidades en estos últimos que les confiere sustanciales aspectos diferenciales.

A este respecto, nuestra propuesta de clasificación, siguiendo a Andreoni (1986) y Brody *et al.* (1990), diferencia entre los costes derivados de la puesta en marcha de medidas preventivas en la empresa y los ocasionados por la ausencia de dichas medidas y la accidentalidad, es decir, lo

que estos autores delimitaban como *coste de la Prevención y coste de accidentes*. No obstante, a nuestro juicio, un análisis más profundo en los elementos del coste que conforman cada una de las categorías referidas nos llevan a plantear un desarrollo diferente en la delimitación y clasificación de los costes de Seguridad y Salud en la empresa.

En nuestra investigación, definimos los costes relacionados con la Seguridad y Salud para las empresas en las obras de Construcción como el valor del consumo de los factores productivos de bienes y servicios, llevado a cabo en la realización de todas aquellas acciones desarrolladas en la empresa para mejorar las condiciones de trabajo y minorar la siniestralidad en las obras de Construcción, así como el derivado de la ocurrencia de incidentes y/o accidentes.

Los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las empresas los clasificamos en:

1. *Coste de Seguridad y Salud*. Lo componen aquellos costes derivados de garantizar la Seguridad y Salud en la empresa; es decir, el valor del consumo de factores productivos necesario para llevar a cabo todas las acciones preventivas que realice la empresa, tanto las abordadas de forma voluntaria como aquellas otras que desarrolle por imperativo legal. Dentro del coste de Seguridad y Salud podemos diferenciar entre *coste de la Prevención* y *coste de evaluación y seguimiento*.
 - 1.1. *Coste de la Prevención*. Es la suma del coste que la empresa asume para dar cumplimiento legal a los requerimientos empresariales en materia preventiva, del coste de todas las medidas necesarias para la implementación de las medidas de la Prevención de Riesgos Laborales en las obras de Construcción y del coste de las medidas necesarias para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud en los distintos ámbitos del trabajo que se desarrolla.
 - 1.2. *Coste de la evaluación y seguimiento*. Comprende los costes derivados de las actuaciones que la empresa emprenda para la comprobación y el mantenimiento, en estado adecuado, de las medidas de Seguridad y Salud de la empresa, en cada una de las facetas del trabajo que desarrolle, con el objetivo de que se reduzcan o minimicen las situaciones de riesgo de accidente o enfermedad profesional en el desarrollo de las actividades propias de la misma.
2. *Coste de no Seguridad y Salud*. Es el resultado de sumar aquellos costes derivados de no garantizar la Seguridad y Salud en la empresa; es decir, los costes que la empresa asuma como consecuencia de la siniestralidad, así como aquellos otros que puedan surgir por incumplimientos de la normativa en materia de Seguridad y Salud. A su vez, distinguimos entre *costes tangibles* y *costes intangibles* de no Seguridad y Salud.
 - 2.1. *Costes tangibles de no Seguridad y Salud*. Son aquellos que pueden identificarse con el accidente que los ha ocasionado y cuya expresión cuantitativa puede realizarse recurriendo a la metodología de cálculo convencional. Recogen, por consiguiente, todos aquellos costes que puedan relacionarse con los incumplimientos normativos en materia de Seguridad y Salud, así como aquellos otros que se deriven de la ocurrencia de cualquier tipo de accidente en la empresa, tales como:
 - accidentes con lesiones, con o sin baja;
 - accidentes que produzcan pequeñas lesiones (pequeños cortes, contusiones rasguños, etc.), que se solucionen con una cura de botiquín;

- accidentes que, sin haber causado lesiones de ningún tipo, sean potenciales de causarlas, si se vuelve a repetir el suceso que los ha provocado;
- accidentes con daños materiales;
- accidentes que impliquen un paro significativo en el proceso productivo;
- incidentes que supongan un tiempo perdido significativo;
- y, por último, el coste de las enfermedades profesionales.

2.2. *Costes intangibles de no Seguridad y Salud.* Corresponden a aquellos costes que se caracterizan por su frecuente exclusión del cómputo y registro en el sistema contable convencional de la empresa. Generalmente, para su estimación hay que recurrir a hipótesis sobre la relación funcional que mantienen con los factores que los ocasionan (Requena & Vera, 2009). Siguiendo a Gosellin (2004), los costes intangibles de la siniestralidad son aquellos costes que no son medibles en términos económicos o de los que no se dispone de índices de funcionamiento capaces de medir su repercusión en la organización, tales como pérdida de imagen de la empresa, baja moral de los trabajadores, conflictos laborales o pérdida de mercado.

3. *Costes extraordinarios.* En esta categoría se incluyen todas aquellas pérdidas que se generan por sucesos inalcanzables a la gestión técnica o humana de las obras de Construcción o los que son irremediables, como las catástrofes. A nuestro juicio, esta categoría de costes recoge todas las partidas de coste que quedan fuera del alcance y del control de los responsables de la gestión, por lo que se configuran como *costes incontrolables*, no pudiendo ser recogidos en un modelo estructurado para el control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en la empresa.

En las tablas 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 se recoge la clasificación propuesta, adaptada a las características de las empresas constructoras. En cada una de las categorías identificadas, consideradas como objetos de cálculo diferenciados, pueden aparecer costes directos e indirectos, en función de: la naturaleza del elemento en cuestión que lo causa, las características del sistema informativo contable de la empresa y las limitaciones que presente el proceso de recogida de datos.

COSTES DE LA PREVENCIÓN	CÁLCULO
Formación de trabajadores (1.1).	Coste de las horas dedicadas por el trabajador para su formación. Coste del departamento de formación en redacción e implementación de Planes de Formación, salarios de su personal y elaboración de documentación. Campañas de sensibilización y cumplimiento dirigidas a los trabajadores. Coste de formación externa específica.
Medidas de Seguridad y Salud: instalaciones de higiene y bienestar (1.2).	Coste de la implantación de las casetas de vestuarios y aseos de los trabajadores, acondicionamiento y mantenimiento posterior.
Equipos de protección individual (1.2).	Coste de los equipos de trabajo adecuados a cada trabajador y al trabajo que desempeña.
Equipos de protección colectiva (1.2).	Coste de las medidas de protección colectiva adecuadas al desarrollo de cada actividad que permitan eliminar o reducir los riesgos de la misma.
Señalización de Seguridad y Salud (1.2).	Coste de los elementos dispuesto al objeto de proporcionar una indicación o una obligación relativa a la Seguridad y Salud en el trabajo.
Gastos generales o de suministros (1.2).	Factores (agua, electricidad...) que la empresa obtiene del exterior y que son necesarios para el desarrollo de la actividad de la Prevención.
Costes de personal de Seguridad y Salud (1.3).	Costes de personal de la brigada de Seguridad y Salud o trabajadores encargados del montaje y desmontaje de los equipos de protección colectiva y de su mantenimiento, así como del orden y limpieza en la obra.
Costes de la administración de Seguridad y Salud (1.3).	Costes de los materiales generados en la elaboración de la documentación necesaria para la actividad preventiva: planes de planificación de la acción preventiva, planes de Seguridad y Salud, recibos de entrega de equipos de protección individual, compra de libros de incidencia y subcontratación.
Vigilancia de la Salud (1.4).	Coste de los reconocimientos médicos iniciales, periódicos y específicos de los trabajadores de la empresa, así como de pruebas médicas especiales.
Servicio de la Prevención (1.4).	Coste del salario de los trabajadores del servicio de la Prevención y dietas. Costes del contrato del servicio, en caso de contar con un servicio de la Prevención ajeno. Coste de maquinaria y equipos para análisis específicos.
Seguro sociales y de responsabilidad civil y de trabajadores (1.5).	Coste total de las primas que las empresas abonan a la Seguridad Social para garantizar el sueldo del trabajador en caso de accidente o enfermedad profesional.
Seguimiento y organización de las actividades empresariales (1.5).	Coste de la realización de las reuniones de coordinación a la que asisten trabajadores, empresarios y agentes externos, para la organización de las actividades preventivas y que redundan en pérdidas de producción.

Tabla 6.1. Costes de la Prevención en las empresas de la Construcción
Fuente: Elaboración propia.

COSTES DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO	CÁLCULO
Visitas de técnicos de los servicios de la Prevención (2.1)	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. - Tiempo perdido por personal de la obra en guiar y acompañar al técnico por la obra.
Visitas de la Inspección de Trabajo (2.2).	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. - Coste de las horas perdidas por el personal de la obra.
Visitas de otros técnicos de las administraciones públicas (2.2).	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. - Coste de las horas perdidas por el personal de la obra. - Coste de la realización por los técnicos del servicio de la Prevención de los informes pertinentes.
Visitas de coordinadores de Seguridad y Salud (2.2).	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. - Coste de las horas perdidas por el personal de la obra. - Coste de la realización por los técnicos del servicio de la Prevención de los informes pertinentes.
Mantenimiento de equipos (2.3).	<ul style="list-style-type: none"> - Coste del mantenimiento y de las reparaciones que requieran los equipos y maquinaria de la Prevención de riesgos.
Elaboración de informes técnicos (2.4).	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de la evaluación de situaciones específicas de parte de cualquiera de los agentes implicados en la Prevención.
Recursos de sanciones por falta de medidas de Seguridad y Salud.	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de la sanción administrativa en caso de incumplimiento. - Coste del técnico de la Prevención que atiende a posteriori a los requerimientos de la inspección.
Estudios de condiciones de trabajo, encuestas, talleres... (2.4)	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de la realización de campañas de distinta índole con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo.

Tabla 6.2. Costes de evaluación y seguimiento en las empresas de la Construcción.
Fuente: Elaboración propia

COSTES INTANGIBLES⁶⁴	CÁLCULO
Pérdida de imagen de la empresa (4.1).	Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación.
Pérdida de mercado (4.2).	Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación.
Valoración del menor rendimiento del operario que sustituye al trabajador accidentado (4.3).	Comprobar las unidades que realiza el trabajador incorporado y comparar con los partes de trabajo del trabajador accidentado. Valoración económica: Nº unidades × Coste horario.
Valoración del menor rendimiento del accidentado al volver a su puesto de trabajo (4.3).	Comprobar las unidades que realiza el trabajador recién incorporado y comparar con los partes de trabajo del trabajador antes del accidente. Valoración económica: Nº unidades × Coste horario.
Costes derivados de posibles conflictos laborales (4.4).	Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación
Disminución de moral en los trabajadores (4.4).	Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación

Tabla 6.3. Costes intangibles de la no Seguridad y Salud en las empresas de la Construcción.
Fuente: Elaboración propia.

⁶⁴ Bestraten et al. (2001).

COSTES TANGIBLES	CÁLCULO
COSTES ACCIDENTADO (3.1)	
Gastos médicos, farmacéuticos y de traslado del accidentado.	Facturas a nombre de la Seguridad Social.
Indemnizaciones.	Coste de las indemnizaciones que se puedan generar tras el accidente.
COSTES DE PERSONAL (3.2)	
Horas perdidas por el accidentado.	Para cada trabajador: N° horas no trabajadas \times Coste horario.
Horas perdidas por los compañeros.	Para cada trabajador: N° horas no trabajadas \times Coste horario.
Horas perdidas por los mandos.	Para cada trabajador: N° horas no trabajadas \times Coste horario.
Mejoras voluntarias a la prestación por incapacidad temporal, la Seguridad Social cubren el 75% de la base reguladora. Puede existir, en convenio colectivo, una cláusula que disponga que el 25% restante de la base reguladora o hasta el total del salario, lo cubra la empresa.	N° de días de baja \times Importe diario de la mejora.
Cotización a la Seguridad Social. La cotización a la Seguridad Social no se interrumpe durante el período de Incapacidad Temporal del trabajador.	N° de días de baja \times Importe diario de la cotización a la Seguridad Social.
COSTES POR DAÑOS MATERIALES (3.3)	
Reparación de los daños en edificios o instalaciones por servicios externos.	Factura
Reparación de los daños en edificios o instalaciones por servicio interno	N° horas empleadas \times Coste horario.
Materiales utilizados en la reparación de los daños a edificios o instalaciones.	Unidades de consumo de almacén por coste unitario o importe de factura.
Materia primas dañadas.	N° de unidades dañadas \times Precio unitario.
Productos terminados preparados para su venta o transformación.	N° de productos dañados \times Precio unitario.
Pérdidas de producción: Se deben calcular los beneficios esperados y no obtenidos porque son ingresos perdidos para la empresa.	Producción prevista – Producción real.
Parada de maquinaria.	Para cada máquina: Tiempo de paralización \times Coste horario de alquiler o de amortización.
Incremento de costes para mantener la producción.	Horas extraordinarias: N° horas extraordinarias \times Coste horario. Contratación de remplazante: N° horas extraordinarias \times Coste horario + Gastos de selección de personal + Gastos de formación del trabajador sustituto. - Contratación y subcontratación de obras y servicios: importe de facturas.
OTROS COSTES (3.4)	
Costes de las medidas de la Prevención adoptadas para evitar la repetición del accidente.	Facturas de elementos de protección comprados. Coste de la campaña de formación encaminada a evitar la repetición del accidente.
Coste de procesos judiciales.	Facturas de abogados y procuradores en caso de ser externos y desplazamientos y dietas en caso de asesoría jurídica interna de la empresa.

COSTES TANGIBLES	CÁLCULO
Responsabilidad administrativa.	Coste de las sanciones administrativas de, la paralización de las obras (artículo 44 de la Ley de la Prevención ⁶⁵) o de la suspensión y/o cierre de la mismas (artículo 54) o de la limitación de la facultad de contratación con la Administración Pública (artículo 53 de la LISOS ⁶⁶).
Responsabilidad en materia de Seguridad Social.	Recargo por prestaciones: Incremento del 30 al 50% de la prestación económica derivada de accidente de trabajo o enfermedad profesional, reconocida por falta de medidas de Seguridad y Salud. Aumento o disminución de primas de cotización por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (artículo 123 del RD 1/1994 ⁶⁷).
Responsabilidad civil derivada del delito.	Toda persona responsable criminalmente de un delito o falta lo es también civilmente (artículo 16 de Código Penal).
Responsabilidad civil contractual.	Indemnización económica derivada del daño del accidentado si se ha producido como consecuencia del incumplimiento de una obligación contractual (artículo 1101 del Código Civil).
Responsabilidad civil extracontractual.	Responsabilidad que nace por la producción de un daño por acción u omisión culposa, sin existir relación contractual (artículos 1902, 1903 y 1904 del Código Civil).
Honorarios profesionales de peritajes y de abogados.	Facturas de peritos y abogados.
Penalizaciones por retraso.	Los clientes pueden retirar su confianza en la empresa y puede haber reclamaciones ante incumplimientos contractuales del tiempo de ejecución, importe recogido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Tabla 6.4. Costes tangibles de no Seguridad y Salud en las empresas de la Construcción.
Fuente: Elaboración propia.

6.3. Modelo CSS_PEI2012 para la gestión y el control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en obras del sector de la Construcción.

La gestión de la Seguridad y Salud, constituye una actividad más dentro de la gestión empresarial ya que engloba estrategias de implementación de la Seguridad y Salud y permite la medición y el seguimiento de los problemas derivados de su utilización, así como la comunicación interna y externa a los interesados (Rikhardsson, 2004). La integración de la Prevención en el conjunto de las actividades y de las decisiones de la empresa, no sólo es necesaria como consecuencia de una obligación legal, tal como se establece en el artículo 1º del Reglamento de los Servicios de la Prevención (Real Decreto 39/97), sino que, como un proceso más, es imprescindible dentro del desarrollo de la misma. Al igual que otros sistemas de gestión, requiere de la elaboración de información contable adecuada para la toma de decisiones de los responsables.

Sin embargo, desde esta perspectiva de la toma de decisiones, el cálculo de los costes de la Seguridad y Salud en las empresas presenta dificultades tales como: la complejidad de las partidas que conforman este coste, la ausencia de datos e información adecuada para los

⁶⁵ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Prevención de Riesgos Laborales.

⁶⁶ Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.

⁶⁷ Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

gestores y la inexistencia de un modelo contable diseñado a tal efecto en la empresa. Un ejemplo de dichas dificultades lo tenemos en los costes ocasionados por la ocurrencia de un accidente que no están identificados íntegramente en las empresas como consecuencia de la existencia de costes ocultos que son difíciles de evaluar.

En suma, la información actualmente disponible en la cuenta de resultados es insuficiente para calcular la rentabilidad de la inversión en Prevención. Este hecho que, en principio, es negativo para la motivación empresarial para invertir en mejoras de la Seguridad y Salud en el trabajo, nos lleva a defender la existencia de un control preciso de los costes que refleje claramente los beneficios empresariales de la inversión (INSHT, 1999).

Hemos puesto de relieve en la revisión bibliográfica llevada a cabo en los capítulos 2 y 3 de esta Memoria que, las consecuencias económicas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales son cuantiosas en términos monetarios. Siguiendo a Rikhardsson (2004), las tareas de la Prevención, o las labores llevadas a cabo para reducir la siniestralidad, cobran valor cuando se calcula el coste de los accidentes, teniendo en cuenta que existe, al menos, un porcentaje del 35% de los costes totales del accidente que quedan ocultos en los sistemas de información contables⁶⁸. Por consiguiente, una información más precisa sobre los costes reales de los accidentes, incluyendo todos los costes indirectos, permitiría gestionar de un modo más adecuado los costes que se destinan a la Seguridad y Salud (Hinze & Appelgate, 1991; Brody *et al.*, 1990).

Por lo tanto, para la gestión de los costes se requiere un control contable de las actividades que les afectan. A pesar de que los sistemas actuales de contabilidad de las empresas constructoras no suelen identificar los costes de la Seguridad y Salud, en ocasiones, algunos de ellos se contabilizan de forma dispersa en distintas partidas contables, aunque habitualmente no aparecen recogidos de forma diferenciada en su sistema informativo contable (Oxenburgh y Marlow, 2005; Rikhardsson, 2004, Aaltonen *et al.*, 1996; Riel e Imbeau, 1996). Por lo tanto, la *contabilidad* representa un papel sumamente importante en este ámbito porque facilita la elaboración de la gestión de la Prevención de riesgos como parte de la propia gestión empresarial ya que es a través de la información contable como se podrá aproximar el coste de las actividades preventivas establecidas por la empresa para la ejecución de las obras de Construcción, cuyo cálculo se hace fundamental para su posterior imputación a los productos (si es que se opta por esta alternativa en su tratamiento contable). En definitiva, la competitividad de las empresas reside, en gran medida, en mantener bajo control los costes del proceso productivo así como los de la actividad de la Prevención de riesgos en el trabajo. De acuerdo con Requena y Vera (2009), afirmamos que “la cuantificación de un fenómeno lo hace controlable”.

La gestión de la Prevención exige que se fijen previamente una serie de objetivos. El primero, y principal, consiste en eliminar o, en su caso, reducir los riesgos derivados de las actividades de trabajo que se ejecuten en la empresa. Así, la mejora de la Seguridad y Salud en el trabajo puede procurar beneficios económicos para las empresas (EU-OSHA, 2002). Las acciones preventivas que la empresa lleve a cabo para la consecución de sus objetivos deberán estar basadas en los principios que se recogen en el artículo 15 de la Ley de la Prevención de Riesgos Laborales:

⁶⁸ También pueden consultarse otros trabajos que se ocupan de este tema. Entre otros, recomendamos los de Hinze (1991) y Leopold y Leonalrd (1986).

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no pueden evitarse. La toma de decisiones en materia de Seguridad y Salud surgirá a partir tanto del análisis de la información derivada de tal evaluación, como de cualquier otra de interés para gestionar la prevención de riesgos relativa a la estructura organizativa de la empresa, organización de la producción, identificación y definición de las distintas actividades que desarrolla la empresa, condiciones de trabajo, posibles interferencias con otras tareas, características propias de los trabajadores y los medios materiales y físicos de los que dispone la empresa para acometer la actividad preventiva.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de puestos de trabajo, así como a la elección de equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la Prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo. El *Plan de la Prevención de Riesgos Laborales* constituye la herramienta a través de la cual la actividad preventiva se integra en la empresa y establece su política de la Prevención de riesgos, por medio de la evaluación de riesgos laborales y de la planificación de la actividad preventiva. Una de las ventajas que obtiene la empresa al planificar la Prevención consiste en poder adoptar las acciones precisas para evitar o controlar un posible accidente de trabajo ya que, según se expone en Lorent (1989), «aproximadamente el 63% de los accidentes mortales en las obras tienen su origen en decisiones tomadas antes del comienzo de los trabajos»⁶⁹. Posteriormente, la valoración económica de las actividades previstas recogerá la cuantificación monetaria de las medidas preventivas.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

6.4. Fases para el diseño de un modelo estructurado.

Antes se ha dicho que son numerosos los estudios encaminados a valorar cómo afecta la gestión de la Seguridad y Salud en los resultados económicos de las empresas, a pesar de las dificultades que presentan la recolección de los datos necesarios, o la valoración económica de los beneficios asociados (OSHA, 2009). En algunos de ellos se pone de manifiesto que esta

⁶⁹ En las obras de Construcción deberá analizarse la Seguridad y Salud, desde la redacción de su proyecto de ejecución (Baxendale *et al.*, 2000), procurando que todas las tareas y procesos constructivos a desarrollar durante la obra sean estudiados previamente a su ejecución.

falta de datos económicos sobre los costes de la Seguridad y Salud mejora si se dispone de un presupuesto aparte en la organización para la gestión de la Seguridad y Salud, de modo que se hagan más visibles los costes asociados (Dorman, 2000).

En la encuesta llevada a cabo en el 2009 sobre la gestión de la Seguridad y Salud en Europa, un 85% de los empresarios pone de relieve que es esencial para la dirección de la empresa disponer de un documento donde se expresen los términos en los que se gestiona la Seguridad y Salud, incluyendo las responsabilidades que de la no Seguridad y Salud se deriven (ESENER, 2009). De hecho, los empresarios no utilizan rutinariamente la información sobre Seguridad y Salud en la empresa, por lo que la toma de decisiones encaminada a la mejora de las condiciones de Seguridad y Salud no se realiza con respecto a la realidad, sino con respecto a una percepción parcial que el empresario tiene de dicha realidad (Landy, 1985).

En definitiva, es ardua la tarea de establecer una metodología para el control de los costes de la Seguridad y Salud que no vaya más allá de la identificación de los costes que deben ser tomados en cuenta (Andreoni, 1986). Aunque, para concienciar a las empresas constructoras de la importancia de controlarlos, creemos necesaria la identificación de su repercusión, así como el cálculo sistemático de los mismos de un modo sencillo y eficaz (Sun *et al.*, 2005).

A nuestro juicio, el verdadero valor de la evaluación económica de los costes de la Seguridad y Salud es su efecto en las decisiones de los responsables del proceso. La información sobre los efectos de sus decisiones en términos económicos ayudan a los empresarios en la toma de decisiones. De hecho, de acuerdo con Rikhardsson (2004), la empresa se puede considerar como un conjunto de recursos y procesos encaminados a crear un valor (Bertalanffy, 1968). Un fallo o incidente, da lugar a que la empresa deje de crear el valor, influyendo así en el resultado final como una *pérdida* en términos económicos. Luego el objetivo de la Prevención de riesgos no sólo será reducir la posibilidad de que ocurra un accidente en el futuro, sino también evitar las pérdidas económicas que de su ocurrencia se derivan.

En efecto, el control de los costes que se generan en los procesos de la Prevención, resulta fundamental para la gestión en las empresas constructoras. La integración de los costes de la Prevención en el sistema de gestión contable de la empresa debería permitir la obtención del coste de las actividades preventivas establecidas para la ejecución de las obras de Construcción. Su cálculo se hace fundamental para la empresa constructora al posibilitar la eficaz imputación de tales costes a los *outputs* de la Prevención, que constituyen objetos de cálculo adecuados para la gestión de los costes que generan.

Según la propuesta de clasificación de los costes de Seguridad y Salud presentada anteriormente, los costes denominados de la Prevención son claramente identificables. Por tanto, su cuantificación en términos económicos no plantea un problema diferente al inherente del cálculo de costes en la empresa. Sin embargo, es mucho más complicada la cuantificación de los costes de evaluación y seguimiento así como los derivados de no garantizar la Seguridad y Salud, ya que no tiene porqué llevar implicada, necesariamente, asignación alguna, ya sea presupuestaria o de recursos materiales. Aquí se plantea uno de los grandes retos en los costes de Seguridad y Salud: el cálculo de *los costes intangibles*. Para ello se han desarrollado estudios y estimaciones como la realizada por el INSHT (2003).

Las empresas, en su objetivo de demostrar su implicación con la Seguridad y Salud, han desarrollado sistemas de gestión que les ayuden a cumplir sus objetivos de Seguridad y Salud y

económicos. Según la ESENER (2009) los sistemas de gestión están más y mejor desarrollados en empresas de más de 150 trabajadores; por debajo de esta cifra, las medidas de la Prevención empiezan a disminuir rápidamente, aunque en algunos países como España, incluso, las pequeñas empresas muestran altos niveles de gestión. Cuando una empresa decide implantar un sistema de gestión, debe definir previamente un estándar determinado en función del cual va a realizar el diseño del sistema. De este modo, el estándar OSHAS 18001 (2007) sobre gestión de la Seguridad y Salud, tiene como objetivo proporcionar un sistema de gestión de la Prevención eficaz que pueda ser integrado en otros requisitos de gestión de la empresa.

La base del enfoque OSHAS, basado en la metodología *Planificar-Hacer-Verificar-Actuar* (ciclo de mejora continua), se compone de los siguientes ítems:

1. Mejora continua.
2. Política de Seguridad y Salud.
3. Planificación.
4. Implementación y operación.
5. Revisión por la dirección.
6. Verificación y acción correctiva.

El éxito del sistema de gestión depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, especialmente, de la alta dirección⁷⁰ y de los trabajadores. El sistema de gestión permite desarrollar una política de Seguridad y Salud así como establecer los objetivos y procesos necesarios para alcanzar los compromisos de la misma y tomar las acciones necesarias para mejorar. Para ello se requiere una adaptación constante a la evolución del mercado de la Construcción incorporando nuevos equipos, herramientas o procesos.

En nuestro caso, para implementar el sistema de gestión de los costes relacionados con la Seguridad y Salud⁷¹, proponemos los siguientes ítems:

1. Conseguir el respaldo y la *concienciación de la organización*. En esta fase se planifican, con el compromiso y apoyo de la dirección, los recursos técnicos y humanos necesarios para la implantación.
2. *Diseñar conceptualmente el coste de Seguridad y Salud*. En esta fase se definen los costes de Seguridad y Salud para la empresa; se identifican las categorías de coste, así como las fuentes de información desde las que se obtendrá los costes de cada categoría, como hemos hecho en el epígrafe 6.2.
3. Desarrollar los *procedimientos de implantación*. En esta fase se establecen los procedimientos necesarios para recopilar la información, procesar los datos y distribuir los informes e indicadores asociados.
4. *Implantar*. En esta fase se hace extensivo el modelo a la organización.

⁷⁰ Teniendo en cuenta la modalidad preventiva establecida en la Ley 31/95 y el Reglamento de los Servicios de la Prevención.

⁷¹ Puede comprobarse también la aportación de Morse *et al.* en el año 1987 para los costes de calidad.

5. *Evaluación y seguimiento.* Con la periodicidad recogida en los procedimientos de implantación, se planificarán los informes necesarios para comprobar la implantación y la evolución del control de los costes en la organización, así como las posibles mejoras y la temporalización de los mismos.

En el caso de las empresas constructoras, la dirección debe adquirir el compromiso con la Seguridad y Salud estableciendo un elemento conductor para la implementación y mejora del sistema de gestión de los costes relacionados con la Seguridad y Salud y desarrollando su *política* de Prevención de Riesgos Laborales, en el que incluirá, en su marco de referencia, el objetivo económico del control de los costes de la Seguridad y Salud.

A continuación, en la fase de diseño de los costes de Seguridad y Salud, se incluirán los conceptos de coste correspondientes a cada categoría, siguiendo la clasificación propuesta en el punto 6.2. Con ellos se pueden obtener los costes unitarios de cada partida para la empresa y las variaciones a las que se encuentran sujetos. Para ello, en el futuro será fundamental contar con la información adecuada mediante el establecimiento de indicadores.

En la fase siguiente se desarrollan los procedimientos que desarrollan el sistema de gestión. Es decir, se planifica la Prevención poniendo especial interés en el procedimiento de elaboración del *Plan de Seguridad y Salud*. Se trata del documento que realiza cada contratista en aplicación del *Estudio de Seguridad y Salud* o, en su caso, del *Estudio Básico*. En él, el contratista analiza, estudia, desarrolla y complementa las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho Plan se incluyen, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de la Prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que en ningún caso podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico. En el caso de planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de la Prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total.

Para la elaboración del Plan, el empresario deberá tener en cuenta:

El Plan de Seguridad y Salud se retroalimenta de los datos recogidos en otros procedimientos del sistema, que permiten recopilar la información, procesar los datos y distribuir informes e indicadores asociados.

Entre estos procedimientos se destacan:

1. Investigación de incidentes.
 - a. Protocolo de cálculo de costes de accidentes.
2. Elaboración de estadísticas de siniestralidad.
3. Tratamiento de no conformidades⁷² en materia de la Prevención.
4. Elementos de Seguridad y Salud: costes de las protecciones colectivas, individuales, señalización en el trabajo, acotamiento, servicios higiénicos y locales.

⁷² Se recoge en este procedimiento los protocolos de control de los costes de las deficiencias en materia preventiva.

5. Visitas de organismos oficiales.

En la cuarta fase se establecen los procedimientos de información y formación sistemática necesaria para la implantación, consolidación y mantenimiento del sistema de gestión. En ella destacan los siguientes procedimientos:

6. Información inicial del sistema de gestión y control de costes.

7. Sesiones periódicas de evaluación y seguimiento del sistema de gestión y control de costes: incidencias, estadísticas...

Por último, se establecerán auditorías periódicas que, a modo de revisión llevada a cabo por la dirección, analicen el grado de implantación y la evolución del control de los costes en la organización. Para cerrar el ciclo de la mejora continua, contando la dirección con los resultados de los controles antes citados, se procederá a revisar el sistema realizando todas las variaciones necesarias en materia preventiva para adecuarlo a la política establecida.

Este modelo estructurado pretende servir de apoyo a las decisiones empresariales, de modo que permita el suministro regular de información de los costes de Seguridad y Salud destinada a la organización como parte del sistema de contabilidad de gestión. Así mismo, contará también con otra información económica relevante más focalizada en las distintas áreas de la empresa y sus destinatarios que se adaptará en cada momento a la empresa en que se aplique. Con el desarrollo de este modelo, la empresa dispone de información real obtenida de su propia estructura de costes a lo largo de los años. Lamentablemente, lo habitual es que no se disponga de esta información, sino que se utilicen como costes los procedentes de la base de datos al uso en la zona geográfica en la que se realiza la obra (Andalucía, en el caso de la muestra de estudio). Sin embargo, a nuestro juicio, para la toma de decisiones en materia preventiva resulta necesario para la empresa el conocimiento de estos costes reales.

A modo de ejemplo, aportamos una tabla con el informe sobre los costes de Seguridad y Salud correspondientes al mes X en la obra Y de la empresa Z:

INFORME RESUMIDO DE LOS COSTES DE SEGURIDAD Y SALUD CORRESPONDIENTES AL MES _____ DE 2__ EN EUROS.								
CONCEPTOS	MES ACTUAL				ACUMULADO HASTA LA FECHA			
	COSTES DE SEGURIDAD Y SALUD		COMO PORCENTAJE DE		COSTES DE SEGURIDAD Y SALUD		COMO PORCENTAJE DE	
	PREV.	REAL	PSS	PEM	PREV.	REAL	PSS	PEM
1.- COSTES DE LA PREVENCIÓN								
1.1 Formación para los operarios								
1.2 Medidas de Seguridad y Salud								
1.3 Personal de Seguridad y Salud								
1.4 Servicio de la Prevención								
1.5 Seguros y responsabilidades civil								
TOTAL COSTES DE LA PREVENCIÓN								
2.-COSTES DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO								
2.1 Visitas internas								
2.2 Visitas externas								
2.3 Mantenimiento de los equipos de trabajo								
2.4 Informes técnicos								
TOTAL COSTES DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO								
TOTAL COSTES DE SEGURIDAD Y SALUD (1)+(2)								
PREVISTO EN PLANIFICACIÓN								
BASES DE REFERENCIA	MES ACTUAL		ACUMULADO		ANUAL			
	PRESUP.	REAL	PRESUP.	REAL	PRESUP.	REAL	PRESUP.	REAL

Tabla 6.5. Informe resumido de los costes de Seguridad y Salud correspondientes a un mes determinado (en euros).

Fuente: Elaboración propia basada en la aportación de Morse *et al.* (1987).

INFORME RESUMIDO DE LOS COSTES DE NO SEGURIDAD Y SALUD CORRESPONDIENTES AL MES _____ DE 2 _____ EN EUROS						
CONCEPTOS	MES ACTUAL			ACUMULADO HASTA LA FECHA		
	TOTAL	COMO PORCENTAJE DE		TOTAL	COMO PORCENTAJE DE	
<i>PSS</i>		<i>PEM</i>	<i>PSS</i>		<i>PEM</i>	
3.- COSTES TANGIBLES DE LOS ACCIDENTES						
3.1 Costes directos						
3.2 Costes indirectos del personal						
3.3 Costes indirectos de materiales						
3.4 Otros costes						
TOTAL COSTES TANGIBLES ACCIDENTES						
4.- COSTES INTANGIBLES DE LOS ACCIDENTES						
4.1 Pérdida de imagen						
4.2 Pérdida de mercado						
4.3 Menor rendimiento de trabajadores						
4.4 Conflictos y moral en el trabajo						
TOTAL COSTES INTANGIBLES ACCIDENTES						
TOTAL COSTES DE NO SEGURIDAD Y SALUD (3) + (4)						
PREVISTO EN PLANIFICACION						
OTROS COSTES EXTRAORDINARIOS						
BASES DE REFERENCIA	MES ACTUAL		ACUMULADO		ANUAL	

Tabla 6.6. Informe resumido de los costes de no Seguridad y Salud correspondientes a un mes determinado (en euros).

Fuente: Elaboración propia basada aportación de Morse *et al.*(1987).

En la tabla anterior se computan, al menos, las siguientes categorías de coste según la clasificación que aparece en el apartado 6.2 de esta investigación: costes de la Prevención, costes de evaluación y seguimiento, costes tangibles e intangibles de los accidentes y otros costes extraordinarios obtenidos en el mes y acumulados desde el mes inicial.

6.5. Indicadores monetarios y no monetarios.

De acuerdo con San Román (2009), la Prevención de Riesgos Laborales contribuye a mejorar las condiciones de trabajo, a reducir la siniestralidad y a mejorar el rendimiento, la productividad y la competitividad de la empresa al incidir en:

- La mejora de la calidad de vida de los trabajadores porque implica una mejora en su rendimiento y, por tanto, una mejor calidad de su trabajo.
- La mejora del clima de motivación y de identificación de los trabajadores con su empresa.
- La formación de los trabajadores para aumentar sus potencialidades.
- La implementación de la cultura preventiva conlleva una mejora en la imagen de la empresa, lo cual la beneficia en sus relaciones con los clientes, los proveedores y la sociedad.

Para mejorar la gestión de la inversión en Seguridad y Salud y los beneficios^{73,74} que se obtienen con la política de la Prevención, es necesario elaborar una información, o documentación de la gestión, adecuada que apoye el proceso de adopción de decisiones de los distintos responsables implicados en la Prevención de Riesgos Laborales en la empresa. En este sentido se precisa elaborar un conjunto de *indicadores*⁷⁵.

Se ha propuesto un modelo básico de valoración de la acción preventiva. Sin embargo, hemos comprobado que, mientras que los costes de la actividad preventiva son cuantificables e identificables, los costes de la no Seguridad y Salud son difíciles de identificar con claridad. En este apartado nos proponemos analizar mediante indicadores su evolución y su contribución al éxito empresarial en la línea de lo expuesto en la Nota Técnica de la Prevención 640, del Instituto Nacional de Seguridad y Salud e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2001).

En el desarrollo del modelo defendemos la conveniencia de la aplicación de principios sobre calidad empresarial en el análisis de la Prevención por la indudable relación conceptual que existe entre ambas (INSHT, 2003). El modelo europeo de “Excelencia” en la gestión

⁷³ Los beneficios de la Prevención de Riesgos Laborales se materializan en ingresos tangibles -ahorro de los costes de los fallos que se evitan con la inclusión de medidas, así como el aumento de productividad-, e ingresos intangibles que resultan difíciles de identificar, que no tiene valor contable o que su valoración se rige por criterios subjetivos. El mayor valor de una empresa está en sus intangibles: valor de la marca, clientes fidelizados, imagen y prestigio de la empresa y la innovación. Por tanto, los beneficios intangibles de la Prevención están en el potencial de conocimientos, destrezas profesionales etc. que aporten competitividad: capital humano, estructural y relacional (San Román, 2009).

⁷⁴ Para el cálculo de los beneficios de la Prevención de Riesgos Laborales pueden consultarse: Amador (2005); Bergstorm (2005); Lahiri (2005); Linhard (2005).

⁷⁵ De acuerdo con Savall y Zardet (1989), cuando un concepto es difícilmente medible se pueden definir indicadores que nos muestren su comportamiento. Así, define cinco indicadores para mostrar los costes ocultos que suponen las disfunciones en la organización: accidentes, el absentismo, la rotación de personal, los problemas de calidad y la sub productividad directa.

empresarial EFQM propone que para evaluar correctamente un sistema hay que considerar no sólo los resultados alcanzados, sino también los medios dispuestos para lograrlos. Así, la eficacia del sistema preventivo en la empresa considera no sólo sus efectos -como la siniestralidad, la satisfacción de los trabajadores⁷⁶, las condiciones de los lugares de trabajo o los resultados de las auditorías-, sino también otros aspectos relativos a las acciones que van encaminadas a su consecución -como son la calidad de los elementos clave de dicho sistema preventivo, de su gestión y de las actividades preventivas realizadas-.

Dicho lo anterior, además de modelos para la elaboración de información relevante como el aportado en las tablas 6.5 y 6.6, es necesaria la inclusión de indicadores que permitan valorar de forma más eficiente y en períodos de tiempo inferiores al anual los resultados de la acción preventiva. Con el fin de obtener una máxima eficiencia, los indicadores deberían realizarse conjuntamente entre los trabajadores o sus representantes, los especialistas en Seguridad y Salud en el trabajo, los expertos financieros, y los responsables de la toma de decisiones.

La información derivada del estudio de estos indicadores debe ser comprensible, sencilla y manejable, para facilitar la comunicación de la misma en todos los niveles de la organización empresarial y contribuir a su desarrollo (Miyakawa, 2011). Las empresas, tradicionalmente han venido midiendo los resultados de sus actuaciones en materia preventiva a través de los índices de siniestralidad definidos por la OIT (ver 2.3.1. *La siniestralidad laboral*, Capítulo 2), pero estos índices no reflejan las tendencias de las actuaciones llevadas a cabo por la organización ni el resultado de las mismas. Para conocer el impacto de cada actuación, la dirección de la empresa necesita indicadores que reflejen no sólo la situación global, sino también aspectos particulares de las actuaciones preventivas para conocer así el impacto de cada una en el resultado final. De este modo se pueden impulsar las que lo mejoran y evitar las que no lo hacen.

Siguiendo las indicaciones de la Nota Técnica para la Prevención del INSHT (2003), para definir un indicador han de tenerse en cuenta aspectos tales como:

- a. Nombre del indicador y ámbito en el que se encuadra.
- b. Propósito del indicador.
- c. Fórmula de cálculo y fiabilidad de las informaciones.
- d. Frecuencia de medida.
- e. Responsable de realizar la medida.
- f. Evolución razonable en el tiempo ante el contexto de situación de empresa, sector y país.

En Economía existen unos indicadores tradicionales como lo son los que informan sobre la rentabilidad de la inversión sobre el beneficio bruto; en Prevención, son los indicadores de siniestralidad laboral. El objetivo de los indicadores es apoyar la toma de decisiones, ya que con ellos se mide la situación real de la empresa y lo que se necesita mejorar.

Definimos dos clases de indicadores: monetarios y no monetarios, según se refieran a variables medibles en unidades monetarias o no.

⁷⁶ No debemos olvidar que estas variables deben contemplarse desde la perspectiva temporal, dado que los efectos de la acción preventiva no son inmediatos.

Las consecuencias económicas de la falta de medidas de Seguridad y Salud que se materializan en un accidente son evitables y suponen una pérdida económica. Por tanto, toda inversión destinada a evitarlas debe considerarse rentable en sí misma (San Román, 2009). Para ello, será necesario hacer una recapitulación de las partidas tangibles que entran en juego en el análisis, comparando los costes de la Prevención (servicios preventivos externos contratados, masa salarial de personas de plantilla dedicadas a Prevención, coste de medidas preventivas) y la disminución de gastos derivados de la siniestralidad frente al incremento en beneficios que se genera, que es mucho más que el mero ahorro de los costes de accidentes, por el importante aporte que hace la Prevención en intangibles a la empresa y que repercute en un aumento de la competitividad y, en último término, en un mayor incremento de beneficios (HSE, 2004; EASH W, 2002; INSHT, 2001).

NOMBRE DEL INDICADOR	TIPO	OBJETIVO Y RESPONSABLE ⁷⁷	FOMULA DE CÁLCULO	EVOLUCIÓN
Coste de la Prevención sobre P.EM.	Monetario	Analizar el coste de las medidas de protección colectivas e individuales, por cada € de presupuesto de ejecución material.	$\frac{Cp}{PEM}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Coste de evaluación y seguimiento sobre P.EM.	Monetario	Analizar el coste de los informes de evaluación y seguimiento y de sus consecuencias, por cada € de presupuesto de ejecución material.	$\frac{Ces}{PEM}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Coste de la accidentalidad sobre P.EM.	Monetario	Analizar el coste de los accidentes por cada € de presupuesto de ejecución material.	$\frac{Ciae}{PEM}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Coste de la Prevención sobre el coste de Seguridad y Salud.	Monetario	Analizar el coste de las medidas de protección colectivas e individuales, por cada € del total del coste de Seguridad y Salud.	$\frac{Cp}{PSS}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Coste de evaluación y seguimiento sobre el coste de Seguridad y Salud.	Monetario	Analizar el coste de los informes de evaluación y seguimiento y de sus consecuencias, por cada € del total del coste de Seguridad y Salud.	$\frac{Ces}{CSS}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Coste de la accidentalidad sobre el coste de Seguridad y Salud.	Monetario	Analizar el coste de los accidentes por cada € del total del coste de Seguridad y Salud.	$\frac{Ciae}{CSS}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Tasa de siniestralidad	No monetario	Analizar el número de accidentes por cada € coste de Seguridad y Salud.	$\frac{N^{\circ} \text{ de accidentes}}{CSS}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Tasa de incumplimiento	No monetario	Analizar el número de infracciones o informes de correcciones, por cada € de coste de Seguridad y Salud.	$\frac{N^{\circ} \text{ de infracciones}}{CSS}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.
Incumplimientos	Monetario	Analizar el importe de las sanciones o informes de correcciones, por cada € de coste de Seguridad y Salud.	$\frac{\text{Importe de las sancione}}{CSS}$	Analizar la evolución de las tendencias del indicador por meses.

Tabla 6.7. Propuesta de indicadores de la evolución de la Seguridad y Salud y los costes asociados.
Fuente: Elaboración propia.

⁷⁷ El responsable del cálculo y análisis de cada indicador dependerá en cada caso de la organización de los recursos humanos de la empresa, pudiendo recaer en los departamentos de la Prevención, en los de administración o en los responsables de la gestión económicos de las mismas.

Las consecuencias económicas de la falta de medidas de Seguridad y Salud que se materializan en un accidente son evitables y suponen una pérdida económica. Por tanto, toda inversión destinada a evitarlas debe considerarse rentable en sí misma (San Román, 2009). Para ello, será necesario hacer una recapitulación de las partidas tangibles que entran en juego en el análisis, comparando los costes de la Prevención (servicios preventivos externos contratados, masa salarial de personas de plantilla dedicadas a Prevención, coste de medidas preventivas) y la disminución de gastos derivados de la siniestralidad frente al incremento en beneficios que se genera, que es mucho más que el mero ahorro de los costes de accidentes, por el importante aporte que hace la Prevención en intangibles a la empresa y que repercute en un aumento de la competitividad y, en último término, en un mayor incremento de beneficios (HSE, 2004; EASHW, 2002; INSHT, 2001).

Aplicación del modelo CSS_PEI2012 a la obra CE/28/1/2-10 (1ª).

Con la aplicación del modelo de control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud obtenido en esta investigación a una obra CE/28/1/2-10 (1ª) de la muestra considerada para el estudio empírico que hemos realizado (ver 4.4.1. La población objeto de estudio, Capítulo 4) y los costes reales que de ella se recogieron en la aplicación del cuestionario, obtenemos los siguientes resultados:

OBRA: CE/28/1/2-10 (1ª)

Datos Generales:

Obra pública singular de Edificación.

Plazo de ejecución: 48 meses.

Baja de adjudicación: 12.2%.

Presupuesto de Ejecución Material: 47781947.03 €.

Consideraciones previas

Para el cálculo de los distintos conceptos, debemos tomar algunas consideraciones, a saber:

- Dado que el porcentaje de obra ejecutada en el mes no es un dato que se encuentre reflejado en el cuestionario de la investigación, consideramos que se trata de una producción lineal, es decir, en la que cada mes se produce el mismo importe. En nuestro caso, la producción total sería de 47781947.03 €, repartida en los 48 meses de plazo de ejecución contractual. Por tanto, suponemos una producción mensual de 995457.22 €.
- El número de trabajadores propios y de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratistas de la obra varía en función la producción y de los plazos requeridos. Tenemos el dato mensual del número de trabajadores en la obra, si bien utilizaremos un valor medio para el cálculo de los distintos conceptos del Coste.
 - Media de trabajadores propios: 3.02
 - Media de trabajadores subcontratistas: 7.66
 - Media de empresas subcontratistas: 13.41

- Para el cálculo de los conceptos relacionados con el salario de los trabajadores se considera el salario mínimo interprofesional para el sector de la Construcción, que asciende a 641.40 €/mes. Lo cual supone un coste horario de 3.82 €/h.

En las tablas 6.8, 6.9, 6.10 y 6.11 se reflejan los datos económicos de los costes reales obtenidos de los cuestionarios y los costes relacionados con la Seguridad y Salud correspondientes al modelo de control de los costes propuesto como resultado de esta investigación para la obra elegida: CE/28/1/2-10 (1ª) cuando el GAR era de un 57.33%. En cada una de ellas se reflejan, la clasificación de las categorías de costes propuestas, el coste real que se refleja en el cuestionario y se contabiliza en la obra y, por último, las partidas que no se reflejan como coste relacionados con la Seguridad y Salud y que por tanto supondrían, hasta dicho momento de ejecución de la obra, un incremento en su coste.

En la Tabla 6.9 figuran, con un GAR de un 57.33%, las categorías: costes de evaluación y seguimiento y costes asociados que, a excepción de la partida 2.3, no se contabilizan en la contabilidad interna de la obra.

En la obra que venimos analizando, con GAR de un 57.33%, los costes asociados a las categorías de costes intangibles y tangibles no se contabilizan en la contabilidad interna de la obra. Ver tablas 6.10 y 6.11.

CATEGORÍAS DE COSTES DE LA PREVENCIÓN	CLASIFICACIÓN DE COSTES PROPUESTA	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
Formación de trabajadores (1.1).	<p>Coste de las horas dedicadas por el trabajador para su formación. Coste del Departamento de Formación en redacción e implementación de Planes de Formación, salarios de su personal y elaboración de documentación.</p> <p>Campañas de sensibilización y cumplimiento dirigidas a los trabajadores. Coste de formación externa específica.</p>	<p>Coste del Departamento de Formación en redacción e implementación de Planes de Formación, salarios de su personal y elaboración de documentación. <i>Se recoge en balance mensual un porcentaje que se aplica a todas las obras por igual y que recoge todos los gastos derivados de los servicios centrales, entre los que se recoge el departamento de Formación, y varía entre el 4 y el 6% de la obra ejecutada en el mes. En adelante lo llamaremos “% de Servicios Centrales”. En este caso asciende a 39818.29 €</i></p>	<p>Coste de las horas dedicadas por el trabajador para su formación. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra. Según el modelo propuesto se imputaría a cada obra el coste correspondiente a la formación que reciben los trabajadores propios en el transcurso de la obra</i></p> <p>Campañas de sensibilización y cumplimiento dirigidas a los trabajadores. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra. En el caso de que se llevaran a cabo se imputaría su coste en la obra, ya que el objetivo sería redundar en la seguridad y salud.</i> Coste de formación externa específica. <i>Ídem partida anterior.</i></p>
Medidas de Seguridad y Salud: instalaciones de higiene y bienestar (1.2).	Coste de la implantación de las casetas de vestuarios y aseos de los trabajadores, acondicionamiento y mantenimiento posterior.	Coste de la implantación de las casetas de vestuarios y aseos de los trabajadores, acondicionamiento y mantenimiento posterior. <i>En esta obra se han colocado casetas de obra alquiladas. Su coste, el cual se prorratea mensualmente asciende a 43350 €</i>	
Equipos de protección individual (1.2).	Coste de los equipos de trabajo adecuados a cada trabajador y al trabajo que desempeña.	Coste de los equipos de trabajo adecuados a cada trabajador y al trabajo que desempeña. <i>El coste obtenido de facturas asciende a 73585.61 €</i>	
Equipos de protección colectiva (1.2).	Coste de las medidas de protección colectiva adecuadas al desarrollo de cada actividad que permitan eliminar o reducir los riesgos de la misma.	Coste de las medidas de protección colectiva adecuadas al desarrollo de cada actividad que permitan eliminar o reducir los riesgos de la misma. <i>El coste obtenido de facturas asciende a 851010.94 €.</i>	

CATEGORÍAS DE COSTES DE LA PREVENCIÓN	CLASIFICACIÓN DE COSTES PROPUESTA	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
Señalización de Seguridad y Salud (1.2).	Coste de los elementos dispuesto al objeto de proporcionar una indicación o una obligación relativa a la Seguridad y Salud en el trabajo.	Coste de los elementos dispuesto al objeto de proporcionar una indicación o una obligación relativa a la Seguridad y Salud en el trabajo. <i>Incluido en la partida 1.2.</i>	
Gastos generales o de suministros (1.2).	Factores (agua, electricidad...) que la empresa obtiene del exterior y que son necesarios para el desarrollo de la actividad de la Prevención.	Factores (agua, electricidad...) que la empresa obtiene del exterior y que son necesarios para el desarrollo de la actividad de la Prevención. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra los gastos asociados a la Prevención de un modo separado.</i>	Factores (agua, electricidad...) que la empresa obtiene del exterior y que son necesarios para el desarrollo de la actividad de la Prevención. <i>Consideramos interesante el control del consumo de los recursos necesarios para la actividad de Prevención, que nos darán in idea del volumen de la actividad.</i>
Costes de personal de Seguridad y Salud (1.3).	Costes de personal de la brigada de Seguridad y Salud o trabajadores encargados del montaje y desmontaje de los equipos de protección colectiva y de su mantenimiento, así como del orden y limpieza en la obra.	Costes de personal de la brigada de Seguridad y Salud o trabajadores encargados del montaje y desmontaje de los equipos de protección colectiva y de su mantenimiento, así como del orden y limpieza en la obra. <i>Incluido en la partida 1.2.</i>	
Costes de la administración de Seguridad y Salud (1.3).	Costes de los materiales generados en la elaboración de la documentación necesaria para la actividad preventiva: planes de planificación de la acción preventiva, planes de Seguridad y Salud, recibos de entrega de equipos de protección individual, compra de libros de incidencia y subcontratación.	Costes de los materiales generados en la elaboración de la documentación necesaria para la actividad preventiva: planes de planificación de la acción preventiva, planes de Seguridad y Salud, recibos de entrega de equipos de protección individual, compra de libros de incidencia y subcontratación. <i>Solo se recoge en la contabilidad interna de la obra, el coste correspondiente a la compra de los libros de incidencia y subcontratación.</i>	Costes de los materiales generados en la elaboración de la documentación necesaria para la actividad preventiva: planes de planificación de la acción preventiva, planes de Seguridad y Salud, recibos de entrega de equipos de protección individual. <i>La documentación exigida por el sistema de gestión de la prevención debe imputarse en la obra, ya que en cada obra el control documental es propio de la misma y refleja el volumen de producción de la obra.</i>
Vigilancia de la Salud (1.4).	Coste de los reconocimientos médicos iniciales, periódicos y específicos de los trabajadores de la empresa, así como de pruebas médicas especiales.		Coste de los reconocimientos médicos iniciales, periódicos y específicos de los trabajadores de la empresa, así como de pruebas médicas especiales. <i>Si bien es cierto que el coste está reflejado a nivel general de la empresa. El reconocimiento médico es un concepto que se recoge en el Plan de Seguridad y, por tanto, se debe imputar en la obra. Por otro lado también dependerá del número de trabajadores de la obra y del nivel de cumplimiento legal en a misma.</i>

CATEGORÍAS DE COSTES DE LA PREVENCIÓN	CLASIFICACIÓN DE COSTES PROPUESTA	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
Servicio de la Prevención (1.4).	Coste del salario de los trabajadores del servicio de la Prevención y dietas. Costes del contrato del servicio, en caso de contar con un servicio de la Prevención ajeno. Coste de maquinaria y equipos para análisis específicos.	Coste del salario de los trabajadores del servicio de la Prevención y dietas. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra, se considera recogido en el “% de Delegación”, que asciende al 2.5% de la producción ejecutada en el mes, por tanto supone 24886.43 €.</i> Costes del contrato del servicio, en caso de contar con un servicio de la Prevención ajeno. <i>No es el caso en esta obra, en la que se dispone de un Servicio de Prevención propio.</i> Coste de maquinaria y equipos para análisis específicos. <i>No es el caso en esta obra.</i>	Coste del salario de los trabajadores del servicio de la Prevención y dietas. <i>En la obra se debe reflejar el coste de las visitas del Servicio de Prevención, al menos cuando estas se deban a fallos del sistema, como accidentes o sanciones, no es por tanto un coste fijo, sino que dependerá del número de visitas que se realicen.</i>
Seguros sociales, de responsabilidad civil y de los trabajadores (1.5).	Coste total de las primas que las empresas abonan a la Seguridad Social para garantizar el sueldo del trabajador en caso de accidente o enfermedad profesional.	Coste total de las primas que las empresas abonan a la Seguridad Social para garantizar el sueldo del trabajador en caso de accidente o enfermedad profesional. <i>Solo se contabiliza el del personal propio de la empresa adscrito a la obra. En el caso de la obra la media de trabajadores propios es de 3.02 y, por tanto, el coste asciende a 77.48 €.</i>	
Seguimiento y organización de las actividades empresariales (1.5).	Coste de la realización de las reuniones de coordinación a la que asisten trabajadores, empresarios y agentes externos, para la organización de las actividades preventivas y que redundan en pérdidas de producción.		Coste de la realización de las reuniones de coordinación a la que asisten trabajadores, empresarios y agentes externos, para la organización de las actividades preventivas y que redundan en pérdidas de producción. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra. Las reuniones de coordinación aparecen recogidas en el Plan de Seguridad y, por tanto, se debe imputar su coste en la obra. Por otro lado influyen en la producción del día en que se realiza la reunión.</i>
TOTAL		1032728.75 €	

Tabla 6.8. Comparación entre los costes de la Prevención reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

CATEGORÍAS DE COSTES DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO	CLASIFICACIÓN DE LOS COSTES PROPUESTO	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
Visitas de técnicos de los servicios de la Prevención (2.1)	<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud.</p> <p>Tiempo perdido por personal de la obra en guiar y acompañar al técnico por la obra.</p>		<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra, su coste se considera recogido en el % de Servicios Centrales, sin embargo según este modelo se contabilizarían el coste concreto de las acciones y medidas propuestas.</i></p> <p>Tiempo perdido por personal de la obra en guiar y acompañar al técnico por la obra. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra, su coste se considera recogido en el % de Servicios Centrales, sin embargo según este modelo se contabilizarían el coste concreto de las horas dedicadas al Servicio de Prevención.</i></p>
Visitas de la Inspección de Trabajo (2.2).	<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud.</p> <p>Coste de las horas perdidas por el personal de la obra.</p>		<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra, como un coste de Prevención, sino que se incluyen en los costes de ejecución, sin embargo según este modelo se contabilizarían el coste concreto de las acciones y medidas propuestas.</i></p> <p>Coste de las horas perdidas por el personal de la obra. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra, sin embargo según este modelo se contabilizarían el coste concreto de las horas dedicadas a la Inspección de Trabajo.</i></p>
Visitas de otros técnicos de las administraciones públicas (2.2).	<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud.</p> <p>Coste de las horas perdidas por el personal de la obra.</p> <p>Coste de la realización por los técnicos del servicio de la Prevención de los informes pertinentes.</p>		<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra, como un coste de Prevención, sino que se incluyen en los costes de ejecución, sin embargo, según este modelo se contabilizarían el coste concreto de las acciones y medidas propuestas.</i></p> <p>Coste de las horas perdidas por el personal de la obra. <i>No se recoge en la contabilidad interna de la obra,</i></p>

CATEGORÍAS DE COSTES DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO	CLASIFICACIÓN DE LOS COSTES PROPUESTO	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
			<p><i>sin embargo según este modelo se contabilizarían el coste concreto de las horas dedicadas a la autoridad correspondiente.</i></p> <p>Coste de la realización por los técnicos del servicio de la Prevención de los informes pertinentes. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra, como un coste de Prevención, sino que su costes se encuentra reflejado en el % de Delegación, según este modelo se recogerían concretamente las horas dedicadas a la elaboración de informes etc...</i></p>
<p>Visitas de coordinadores de Seguridad y Salud (2.2).</p>	<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud.</p> <p>Coste de las horas perdidas por el personal de la obra.</p> <p>Coste de la realización por los técnicos del servicio de la Prevención de los informes pertinentes.</p>		<p>Coste de las acciones correctivas que se propongan para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra, como un coste de Prevención, sino que se incluyen en los costes de ejecución, sien embargo debería reflejarse en la partida correspondiente dentro de los costes relacionados con la seguridad y salud.</i></p> <p>Coste de las horas perdidas por el personal de la obra. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra, como un coste de Prevención, sino que se incluyen en los costes de ejecución</i></p> <p>Coste de la realización por los técnicos del servicio de la Prevención de los informes pertinentes. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra, como un coste de Prevención, sino que su costes se encuentra reflejado en el % de Delegación, según este modelo se recogerían concretamente las horas dedicadas a la elaboración de informes etc...</i></p>
<p>Mantenimiento de equipos (2.3).</p>	<p>Coste del mantenimiento y de las reparaciones que requieran los equipos y maquinaria de la Prevención de riesgos.</p>	<p>Coste del mantenimiento y de las reparaciones que requieran los equipos y maquinaria de la Prevención de riesgos. <i>Solo en el caso de que alguno de los equipos se tuviera que reparar, el coste de reparación, se recogería en la factura correspondiente del servicio de reparación, de no estar incluidas las</i></p>	

CATEGORÍAS DE COSTES DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO	CLASIFICACIÓN DE LOS COSTES PROPUESTO	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
		<i>reparaciones en el contrato correspondiente. Los mantenimientos se consideran incluidos en los contratos de los equipos y maquinaria, por tanto no se considera su coste. No disponemos de ningún caso en esta obra.</i>	
Elaboración de informes técnicos (2.4).	Coste de la evaluación de situaciones específicas de parte de cualquiera de los agentes implicados en la Prevención.		Coste de la evaluación de situaciones específicas de parte de cualquiera de los agentes implicados en la Prevención. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra como un coste de Prevención, sino que se incluyen % de Servicios Centrales de Delegación.</i>
Recursos de sanciones por falta de medidas de Seguridad y Salud.	Coste de la sanción administrativa en caso de incumplimiento. Coste del técnico de la Prevención que atiende a posteriori a los requerimientos de la inspección.	Coste de la sanción administrativa en caso de incumplimiento. <i>En este caso se contabilizan dos sanciones administrativas de 6010.12€ y 3600€, respectivamente.</i>	Coste del técnico de la Prevención que atiende a posteriori a los requerimientos de la inspección. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra como un coste de Prevención, sino que se incluyen en el % de Delegación.</i>
Estudios de condiciones de trabajo, encuestas, talleres...(2.4)	Coste de la realización de campañas de distinta índole con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo.		Coste de la realización de campañas de distinta índole con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo. <i>No se reflejan en la contabilidad interna de la obra como un coste de Prevención, sino que se incluyen % de Servicios Centrales.</i>
TOTAL		9610.12 €	

Tabla 6.9. Comparación entre los Costes de la Evaluación y Seguimiento reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

CATEGORÍAS DE COSTES TANGIBLES	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
COSTES ACCIDENTADO (3.1)		
Gastos médicos, farmacéuticos y de traslado del accidentado.		Facturas a nombre de la Seguridad Social.
Indemnizaciones.		Coste de las indemnizaciones que se puedan generar tras el accidente.
COSTES DE PERSONAL (3.2) CÁLCULO		
Horas perdidas por el accidentado.		Para cada trabajador: Nº horas no trabajadas × Coste horario.
Horas perdidas por los compañeros.		Para cada trabajador: Nº horas no trabajadas × Coste horario.
Horas perdidas por los mandos.		Para cada trabajador: Nº horas no trabajadas × Coste horario.
Mejoras voluntarias a la prestación por incapacidad temporal, la Seguridad Social cubren el 75% de la base reguladora. Puede existir, en convenio colectivo, una cláusula que disponga que el 25% restante de la base reguladora o hasta el total del salario, lo cubra la empresa.		Nº de días de baja × Importe diario de la mejora.
Cotización a la Seguridad Social. La cotización a la Seguridad Social no se interrumpe durante el período de Incapacidad Temporal del trabajador.		Nº de días de baja × Importe diario de la cotización a la Seguridad Social.
COSTES POR DAÑOS MATERIALES (3.3)		
Reparación de los daños en edificios o instalaciones por servicios externos.		Factura
Reparación de los daños en edificios o instalaciones por servicio interno		Nº horas empleadas × Coste horario.
Materiales utilizados en la reparación de los daños a edificios o instalaciones.		Unidades de consumo de almacén por coste unitario o importe de factura.
Materia primas dañadas.		Nº de unidades dañadas × Precio unitario.
Productos terminados preparados para su venta o transformación.		Nº de productos dañados × Precio unitario.

CATEGORÍAS DE COSTES TANGIBLES	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
Pérdidas de producción: Se deben calcular los beneficios esperados y no obtenidos porque son ingresos perdidos para la empresa.		Producción prevista – Producción real.
Parada de maquinaria.		Para cada máquina: Tiempo de paralización × Coste horario de alquiler o de amortización.
Incremento de costes para mantener la producción.		Horas extraordinarias: Nº horas extraordinarias × Coste horario. Contratación de reemplazante: Nº horas extraordinarias × Coste horario + Gastos de selección de personal + Gastos de formación del trabajador sustituto. - Contratación y subcontratación de obras y servicios: importe de facturas.
OTROS COSTES (3.4)		
Costes de las medidas de la Prevención adoptadas para evitar la repetición del accidente.		Facturas de elementos de protección comprados. Coste de la campaña de formación encaminada a evitar la repetición del accidente.
Coste de procesos judiciales.		Facturas de abogados y procuradores en caso de ser externos y desplazamientos y dietas en caso de asesoría jurídica interna de la empresa.
Responsabilidad administrativa.		Coste de las sanciones administrativas de, la paralización de las obras (artículo 44 de la Ley de la Prevención ⁷⁸) o de la suspensión y/o cierre de la mismas (artículo 54) o de la limitación de la facultad de contratación con la Administración Pública (artículo 53 de la LISOS ⁷⁹).
Responsabilidad en materia de Seguridad Social.		Recargo por prestaciones: Incremento del 30 al 50% de la prestación económica derivada de accidente de trabajo o enfermedad profesional,

⁷⁸ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Prevención de Riesgos Laborales.

⁷⁹ Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.

CATEGORÍAS DE COSTES TANGIBLES	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
		reconocida por falta de medidas de Seguridad y Salud. Aumento o disminución de primas de cotización por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (artículo 123 del RD 1/1994 ⁸⁰).
Responsabilidad civil derivada del delito.		Toda persona responsable criminalmente de un delito o falta lo es también civilmente (artículo 16 de Código Penal).
Responsabilidad civil contractual.		Indemnización económica derivada del daño del accidentado si se ha producido como consecuencia del incumplimiento de una obligación contractual (artículo 1101 del Código Civil).
Responsabilidad civil extracontractual.		Responsabilidad que nace por la producción de un daño por acción u omisión culposa, sin existir relación contractual (artículos 1902, 1903 y 1904 del Código Civil).
Honorarios profesionales de peritajes y de abogados.		Facturas de peritos y abogados.
Penalizaciones por retraso.		Los clientes pueden retirar su confianza en la empresa y puede haber reclamaciones ante incumplimientos contractuales del tiempo de ejecución, importe recogido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.
TOTAL	0 €	21.448,85 €

Tabla 6.10. Comparación entre los Costes Tangibles con los reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

⁸⁰ Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

COSTES INTANGIBLES⁸¹	COSTE REAL OBTENIDO DE OBRA HASTA EL MOMENTO DE LA VISITA (GAR: 57.33%)	INCREMENTOS DEBIDOS A LA CLASIFICACIÓN DEL COSTE PROPUESTO
Pérdida de imagen de la empresa (4.1).		Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación.
Pérdida de mercado (4.2).		Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación.
Valoración del menor rendimiento del operario que sustituye al trabajador accidentado (4.3).		Comprobar las unidades que realiza el trabajador incorporado y comparar con los partes de trabajo del trabajador accidentado. Valoración económica: Nº unidades × Coste horario.
Valoración del menor rendimiento del accidentado al volver a su puesto de trabajo (4.3).		Comprobar las unidades que realiza el trabajador recién incorporado y comparar con los partes de trabajo del trabajador antes del accidente. Valoración económica: Nº unidades × Coste horario.
Costes derivados de posibles conflictos laborales (4.4).		Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación
Disminución de moral en los trabajadores (4.4).		Se requiere de un análisis de la evolución de la empresa y, por tanto, una estimación
TOTAL	0 €	

Tabla 6.11. Comparación entre los costes intangibles de los accidentes reales contabilizados en obra y los que debieran contabilizarse según el modelo de clasificación propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

⁸¹ Bestraten *et al.* (2001).

Conclusiones del análisis

1. Tal y como cabía esperar, con el modelo propuesto afloran partidas presupuestarias a las que se ha tenido que hacer frente sin que para ellas hubiese asignación presupuestaria consignada. ¿Cómo deben computarse en el balance económico de la obra?, ¿cómo pérdidas? Si se hubiese tenido en cuenta el modelo que tras esta investigación se propone, corresponderían a gastos de ejecución por lo que no se vería afectada la previsión de beneficios por estas “pérdidas”.

2. Cada vez son más los promotores que exigen a las empresas contratistas de las obras garantías de calidad del proceso de ejecución material de la obra. Sin lugar a dudas, este modelo para el cálculo de costes relacionados con la Seguridad y Salud en obras del sector de la Construcción garantizaría, de forma indirecta, la Seguridad y Salud de los trabajadores al obligar a las empresas a contemplar todas y cada una de las partidas que en él se contemplan y, directamente, la seguridad de que la partida presupuestaria correspondiente a la Prevención no producirá desequilibrios contables.

3. Como se puso de manifiesto en los capítulos 2 y 3 de esta Memoria, otros autores han aportado modelos para el cálculo de Costes de la Prevención. Sin embargo, tal y como puede verse en la Tabla 6.12, el que en esta investigación se propone los engloba a todos y completa lagunas existentes en cada uno de ellos.

4. Los costes de Prevención en la obra CE/28/1/2-10 (1ª), con un GAR de un 57.33%, ascienden a 1032728.75 € y los de Evaluación y Seguimiento a 9610.12 €. Ambos suponen un 2.18% de la producción a ejecutar. Sin embargo, si estimáramos el porcentaje que sobre la producción suponen los costes sin contabilizar que recogería el modelo que se propone, estaríamos afirmando que los costes relacionados con la Seguridad y Salud superan el 3% de la producción a ejecutar en el momento estudiado y que estimamos podría incrementarse, al menos, en un 2%. Si se tiene en cuenta que las cantidades asociadas a cualquier obra del sector de la Construcción son elevadas, tener diferencias, que como en este caso, estimamos pueden ser superiores al 5% en el balance final supone una desviación presupuestaria importante. La Tabla 6.13 corrobora lo dicho y, además, pone de manifiesto la situación real que, en general, se da en las obras de la Construcción en cuanto a que los costes son conceptos que no se relacionan con la Seguridad y Salud y, por tanto, se difuminan en otras partidas presupuestarias.

	REAL	MODELO
Costes de Prevención	1032728.75	
Costes de Evaluación y Seguimiento	9610.12	
Costes Tangibles		21448.85
Costes Intangibles		
Total	1032338.87	21448.85

Tabla 6.12. Comparación de costes reales con los obtenidos según el modelo propuesto en la obra CE/28/1/2-10 (1ª), con un GAR de un 57.33%.

Fuente: Elaboración propia.

5. El análisis anterior, con datos sacados en el momento de la visita hecha a la obra CE/28/1/2-10 (1ª), con un GAR de un 57.33%, pone de manifiesto que:

- a. Existen costes relacionados con la Seguridad y Salud que no se contabilizan y cuyo control permitiría una mejora en las condiciones de trabajo.
 - b. Disponemos de una nueva herramienta para calcular los costes relacionados con la Seguridad y Salud en obras de Construcción que recoge de un modo más preciso y exhaustivo la casuística que en ellas se da.
6. Este modelo de análisis puede aplicarse mensualmente en cada una de las obras que está ejecutando una misma empresa constructora con objeto de estimar los costes del mes siguiente y tomar decisiones adecuadas en materia de Prevención. utilizando para ello los indicadores del apartado 6.5, del presente capítulo.
7. Los datos corresponden a un momento concreto de ejecución de la obra analizada (GAR del 57.33%), por tanto, la pregunta que cabe plantearse es: si en una sola obra pueda haber un 5% de desviación presupuestaria con respecto al total previsto de ejecución de la misma, ¿qué coste económico supondría la suma de estas mismas desviaciones en todas las obras que una empresa, grande o mediana, ejecuta simultáneamente? ¿cómo incidiría en el balance anual de la misma?

Llegados a este punto, y tras este análisis final, creemos que ha quedado demostrado que con el modelo de evaluación de Costes de la Seguridad y Salud CSS_PEI2012 que se deriva de esta investigación, la gestión de la Prevención en las obras del sector de la Construcción se mejora notablemente, especialmente en la vertiente de gestión económica de las empresas constructoras. Pero no es menos cierto que también ayuda a reducir la siniestralidad laboral que no se derive meramente del azar, y por ello sea imprevisible. Si se contribuye a disminuir el número de accidentes en obras de Construcción, no sólo se están minimizando costes y maximizando beneficios empresariales sino que se está realizando una intervención social que es del todo invaluable por lo que supone de dignificación de los trabajadores al mejorar sustancialmente las condiciones y el entorno de trabajo en obra.

6.6 Listado de los principales modelos de cálculo de costes que han sido analizados en esta investigación.

Enumeramos a continuación los principales modelos de cálculo de los costes relacionados con la Seguridad y Salud, que se recogen en el Capítulo 3 y con cuyo análisis hemos desarrollado el modelo propuesto ampliándolo y adaptándolo a las obras de la Construcción.

COD	AUTOR	AÑO	DATOS	IDENTIFICACIÓN DE COSTES	CLASIFICACIÓN DE COSTES	CONCLUSIONES	OBSERVACIONES
1	Heinrich	1931 1959	Cuestionarios sobre accidentes.	Costes directos e indirectos.	Costes directos: curas al accidentado, hospitalización e indemnizaciones. Costes indirectos: baja moral, rotura de máquinas y equipos, formación de reemplazante, pérdidas de pedidos, tiempos perdidos por mandos y compañeros, tiempo remunerado y no trabajado, gastos generales.	4:1 ratio indirectos/directos	Primer análisis de los costes indirectos de los accidentes en U.S.
2	Simmonds & Grimaldi.	1956	Cuestionarios sobre accidentes.	Coste medio por tipo de accidente.	Coste asegurado. Costes no asegurados: pérdidas de producción de otros trabajadores, pérdidas por la contratación de reemplazante, pérdidas por paradas de maquinaria, gastos por calefacción, electricidad y alquiler.	Accidentes sólo pérdida de tiempo: \$465. Accidentes con intervención médica: \$115. Accidentes con primeros auxilios: \$25. Accidentes sin pérdida de tiempo: \$850.	Clasifica los accidentes en cuatro categorías en U.S.
3	Wallach	1977	Otros estudios anteriores.	Coste del accidentes	Suma de los costes de las pérdidas producidas en cada elemento de producción.		Mano de obra, maquinaria, material, instalaciones y tiempo empleado.
4	Andreoni	1986	Otros estudios anteriores.	Costes para la empresa y el accidente.	Costes de prevención (fijos y variables). Costes asegurados del accidente (fijos y variables). Costes no asegurados del accidente (fijos y variables).	Cuatro tipos de ratios: Indirecto/Directo: 0.63/1 Individuales/Comunes:0.45/1 Variable/fijo: 0.62/1	Categorías de accidente: Accidentes que permiten al trabajador reanudar su trabajo antes de 8 horas. Accidentes con baja. Accidentes con incapacidad temporal o total.
5	Laufer	1987	Cuestionarios sobre accidentes.	Coste medio no asegurado por accidente, en horas trabajadas.	Coste debido a las horas perdidas de trabajo. Salarios complementarios. Costes de daños materiales.	Coste medio debido a las horas perdidas de trabajo: 67.33 Si, además, incluían salarios complementarios y costes de daños materiales: 100.42.	210 accidentes en el sector de la construcción en Israel.
6	Leopold & Leonard	1987	Cuestionarios sobre accidentes, para costes indirectos y estadísticas a nivel nacional y otros	Coste medio por tipo de daño.	Costes directos: Continuar pagando al trabajador tras el accidente, costes no asegurados (incremento de la prima de seguro por siniestralidad),	Tipo 1: daños, coste directo: 111 libras e indirecto: 28 libras. Tipo 2: daños afectando al empresario (no calculado).	394 accidentes en Inglaterra, clasificados en cuatro tipos.

COD	AUTOR	AÑO	DATOS	IDENTIFICACIÓN DE COSTES	CLASIFICACIÓN DE COSTES	CONCLUSIONES	OBSERVACIONES
			estudios para los costes directos.		daños a equipos y costes legales. Costes indirectos: Trabajo perdido.	Tipo 3: daños mayores, fracturas, amputaciones..., coste directo: 557 libras e indirecto: 106 libras. Tipo 4: muerte, coste directo 629 libras e indirecto 216 libras.	
7	Veltry	1990		Coste accidentes.	Coste directo: seguro médico, seguro de responsabilidad e importe de las reclamaciones.	Coste directo real cercano al doble del registrado por el empresario.	U.S. Operación en la Marina.
8	Brody <i>et al.</i>	1990	Cuestionarios sobre accidentes	Costes indirectos.	Costes indirectos: costes laborales, pérdidas de materiales, costes administrativos, costes de producción y otros costes.	Coste indirecto: \$1156. Coste directo: \$1391.	Estudio realizado sobre 311 cuestionarios. Para calcular los costes hay que tener en cuenta el sector, el tamaño de la empresa, la edad de los trabajadores y las bajas de accidente. En la industria maderera: \$317 y en el minero \$2236.
9	Riel & Imbeau	1995	Datos obtenidos de empresas.	Costes para un departamento de una empresa o planta industrial.	Costes de los seguros. Costes de los deterioros en el trabajo. Costes de las perturbaciones.	Costes discretos y costes periódicos. Costes cuantificables, irreductibles e intangibles.	Activity Based Costing (ABC). Toma de decisiones.
10	Oxenburg	1997	Datos obtenidos de las empresas.	Coste por trabajador para un periodo de recuperación de un año-	Horas trabajadas. Salarios. Formación y contratación de nuevo personal. Pérdidas de producción. Costes de la intervención.	Caso 1: 0.089 años. Caso 2: 0.37 años.	Análisis coste-beneficio. Australia.
11	Dorman	2000			Costes económicos y no económicos. Internos y externos. Fijos y variables. Visibles y ocultos.		
12	Labelle	2000	Datos obtenidos de las empresas o de los accidentes.	Costes del accidente.	Costes directos e indirectos.		Cinco tipos de accidentes: primeros auxilios, accidentes registrados, accidentes con baja, invalidez permanente.
12	Rikhardsson & Impgaard	2004	Cuestionarios sobre accidentes.	Costes por accidente.	Tiempo. Materiales. Servicios externos. Otros costes.	Leve: 1050\$ Medio: 3800\$ Grave: 10300\$	Mapa de actividades. Activity Based Costing. Dinamarca y Canadá.

COD	AUTOR	AÑO	DATOS	IDENTIFICACIÓN DE COSTES	CLASIFICACIÓN DE COSTES	CONCLUSIONES	OBSERVACIONES
14	Oxenburgh & Marlow	2005	Datos obtenidos de las empresas.	Ahorros anuales y periodos de recuperación.	Costes de la intervención. Cambios en los salarios, productividad, horas extras. Reducción de la producción, vuelta al trabajo del accidentado, seguros. Supervisión y reducción de gastos generales	Periodo de recuperación esperado 17 meses y real 2 meses.	Análisis Costes Beneficio. Australia.
15	Bergstrom	2005	Datos obtenidos de las empresas.	Beneficio total.	Cambios en los valores estándares, bajas por enfermedad, vacaciones, otras ausencias, salarios, productividad.	Beneficio de 209151\$ en 2 años.	Análisis coste beneficio. Industria del metal. Finlandia.
16	Gavious <i>et al.</i>	2009	Datos obtenidos de las empresas o de los accidentes.	Costes de los accidentes.	Costes directos. Costes indirectos. Recompensas. Inmedibles (moral y reputación).	Costes directos: 355950\$. Costes indirectos: 104600\$.	Israel.
17	Jallon <i>et al.</i>	2011	Estudios anteriores.	Costes indirectos de los accidentes.	Costes indirectos: criterios para desarrollar un modelo de cálculo. 1.- Permitir las decisiones del empresario basadas en los datos de su empresa. 2.- Desarrollar un modelo flexible para distintos usuarios. 3.- Evaluar las pérdidas de producción. 4.- Utilizarlo al menos en un caso específico.		

Tabla 6.13. Principales modelos de cálculo de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en obras del sector de la Construcción.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 7.

Consecuencias del uso de maquinaria y herramientas de mano que producen vibraciones en el sector de la Construcción.

En este Capítulo se muestra el caso singular de las consecuencias para la Seguridad y Salud de los trabajadores del sector de la Construcción derivado de la exposición a vibraciones por la maquinaria y herramientas de mano que se utilizan en las obras de construcción.

La legislación española vigente en el año 2007, fecha en la que se realizó el trabajo de campo necesario para llevar a cabo la investigación que se presenta en esta Memoria de tesis, no contemplaba las lesiones músculoesqueléticas como accidentes de trabajo por lo que no se incluyó ningún apartado en el cuestionario para la toma de datos en la muestra seleccionada. Sin embargo, como se verá en este capítulo, sentencias de diferentes Tribunales Superiores de Justicia del Estado Español, rubricadas durante 2012, han creado la jurisprudencia necesaria para que sean consideradas este tipo de lesiones como accidentes de trabajo. Por tanto, se deja abierta una futura línea de investigación acerca de los costes asociados a este tipo de “nuevos” accidentes laborales.

Por otro lado, según la VII Encuesta Nacional sobre las Condiciones de Trabajo de 2011, destaca el sector de la Construcción como el que presenta un porcentaje mayor de exposición a las vibraciones en el binomio mano-brazo tal y como lo manifiestan en la ENCT el 29.8% de sus trabajadores. Le sigue el sector Industria con un 16.4%.

Tras haber desarrollado la investigación que se reproduce en este capítulo, se llega a la conclusión de que en el 42% de las herramientas estudiadas se superan los valores límites de exposición suministrados por los fabricantes de tal maquinaria. Por otro lado, según la Directiva Europea 2002/44/EC, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones), los empresarios “podrán” evaluar el nivel de exposición a la vibración mecánica recurriendo a la información apropiada facilitada por el fabricante (art. 4, apartado 2). En consecuencia, normalmente se tendrán en cuenta los valores aportados por la industria correspondiente con lo que en el 42% de los casos se ponen en riesgo la Seguridad y Salud de los trabajadores.

Dado que existe un alto número de enfermedades profesionales –que, en este caso, son lesiones músculoesqueléticas- que hasta ahora no había obligación de contemplar en la gestión empresarial de la Prevención de Riesgos Laborales ni en los costes relacionados con la Seguridad y Salud, se hace necesario incluir en esta Memoria de tesis esta última investigación con la que se corrobore la ineficacia derivada de la información suministrada por las industrias que fabrican la maquinaria de mano. De esta forma, creemos que se vería reducido el número de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores del sector de la Construcción por los efectos de las vibraciones y, en su caso, los costes derivados de este tipo de accidentes laborales.

7.1 Una encrucijada entre los accidentes laborales y las enfermedades profesionales.

¿Pueden ser consideradas las lesiones músculoesqueléticas accidentes de trabajo el sector de la Construcción o, simplemente, son enfermedades profesionales?

La R.A.E. establece las acepciones de los términos *lesión* y *accidente* como sigue:

lesión.

(Del lat. *laesio*, -ōnis).

1. f. Daño o detrimento corporal causado por una herida, un golpe o una enfermedad.

accidente.

(Del lat. *accidens*, -entis).

~ de trabajo.

1. m. Lesión corporal o enfermedad que sufre el trabajador con ocasión o a consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena.

Uno de cada cuatro trabajadores de la UE afirma que durante el desarrollo de su trabajo, está expuesto a vibraciones (ya sean en extremidades superiores o en todo el cuerpo) durante al menos una cuarta parte de la duración de su jornada laboral (European Communities, 2008). Por otro lado, según la Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas (ENGE) realizada en 2009 por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2009), la probabilidad de sufrir lesiones músculoesqueléticas asociadas a posturas, esfuerzos o movimientos repetitivos en las obras de construcción presenta una frecuencia del 36%, aparte del impacto social y económico que ocasionan (Klussmann *et al.*, 2010).

El uso de herramientas vibratorias de mano es la causa más común de exposición a niveles de vibración dañinos. Por sector de actividad, es en el de la Construcción donde se dan los mayores porcentajes de trabajadores afectados por vibraciones. Según la VII Encuesta Nacional sobre las Condiciones de Trabajo de 2011, destaca el sector de la Construcción como el que presenta un porcentaje mayor de exposición a las vibraciones en el binomio mano-brazo tal y como lo manifiestan en la ENCT el 29.8% de sus trabajadores. Le sigue el sector Industria con un 16.4%.

Los síntomas de la exposición a vibración mano-brazo pueden clasificarse en vasculares, neurológicos y músculoesqueléticos (Griffin and Bovenzi, 2002). El conjunto de síntomas vasculares se engloban en el denominado “síndrome del dedo blanco” (Vibration White Finger), que se caracteriza por la sucesión de episodios de blanqueamiento del dedo ante una baja temperatura. La prevalencia de los síntomas vasculares entre los trabajadores que utilizan herramientas portátiles o de mano vibratorias puede llegar hasta el 70 % o más, dependiendo del tipo y la duración de la exposición (Harada, 2002). Las afecciones neurológicas más habituales son el entumecimiento y hormigueo en los dedos. Las lesiones músculoesqueléticas asociadas a vibración mano-brazo se reflejan en dolores de las extremidades superiores (Griffin, 1998). Otros síntomas relacionados con la exposición a vibración mano-brazo son una continua sensación de frío (Laskar and Harada, 2005), pérdida de sensibilidad y de destreza manual (Rui *et al.*, 2008), desmielinización (pérdida de la fibra nerviosa) en los nervios periféricos en las manos (Kurozawa and Nasu, 2001), tendinitis, tenosinovitis (Griffin, 1998) e

incluso pérdida avanzada de la audición (Masayuki *et al.*, 1985). Estudios recientes sugieren también la aparición del síndrome del túnel carpiano (House *et al.*, 2009).

La Directiva Europea 2002/44/CE sobre las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (en nuestro caso, las vibraciones) (European Communities, 2002) también conocida como la Directiva de los agentes físicos, aplica las bases de la Directiva marco 89/391/CEE, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la Seguridad y Salud de los trabajadores en el trabajo (European Communities, 1989). Esta norma limita el nivel de exposición a la vibración, definiendo valores límites de acción así como las obligaciones del empresario respecto a la vigilancia de la Seguridad y Salud en relación con las vibraciones.

La trasposición de esta normativa a la legislación española dio lugar al Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados, o que puedan derivarse, de la exposición a vibraciones mecánicas (R.D. 1311/2005). En este Real Decreto se recogen tanto las obligaciones del empresario como las de los fabricantes:

- Obligaciones del empresario

El empresario debe evaluar el nivel de exposición a vibraciones, pero tan sólo en caso “necesario” será obligatorio realizar una medición de los niveles de vibración que suponen riesgo.

El método de evaluación del riesgo que propone la directiva contiene tanto una aproximación cuantitativa (según la información de magnitud de vibración probable) como un enfoque cualitativo (observación de métodos de trabajo, condiciones específicas o interacciones con el lugar de trabajo u otros equipos). En esta evaluación de riesgos, el empresario puede justificar los motivos por los cuales no es necesaria una evaluación más extensa.

- Obligación de los fabricantes

La Directiva europea de maquinaria 2006/42/CE (European Communities, 2006) determina que el diseño y fabricación de las máquinas se hará de forma que, según los avances tecnológicos disponibles en el momento, los riesgos derivados de las vibraciones que la máquina produzca se reduzcan al menor nivel posible. Esta normativa obliga al fabricante de herramientas que producen vibración mano-brazo a incluir en el manual de instrucciones el valor total de la vibración (medida en m/s^2) a la que está expuesto el usuario, si este valor es superior a $2.5 m/s^2$ (ISO 5349-1, 2001). Las mediciones se realizan según normas armonizadas (ISO 5349-2, 2001) y deben indicarse las condiciones de funcionamiento de la máquina en el proceso de medición. La norma UNE-EN 12096 (AENOR, 1998) obliga al fabricante a la declaración del nivel de vibraciones emitidas por la máquina, expresado en las unidades reglamentadas de aceleración (m/s^2) y a proporcionar el valor de incertidumbre k para que el ensayo pueda repetirse.

Finalmente, deben tenerse en cuenta las sentencias de dos Tribunales Superiores de Justicia, que se transcriben parcialmente a continuación, y que permiten saber cuándo una lesión puede ser considerada accidente laboral y crean jurisprudencia que hay que añadir a la normativa legal vigente.

En la primera de ellas (Sentencia T.S.J. Murcia 52/2012 de 23 de enero) se establecen los requisitos correspondientes: *La lesión debe producirse en tiempo y lugar de trabajo. Se rompe la relación de causalidad entre lesión y accidente cuando se acredita de manera suficiente que existe una falta de relación entre la lesión padecida y el trabajo realizado.*

En la segunda Sentencia (Sentencia T.S.J. Extremadura 12/2012 de 17 de enero) se establece que: *En los supuestos de aparición de la dolencia en el tiempo y lugar de trabajo, el lesionado únicamente debe justificar esa ubicación en el tiempo y espacio laboral (para que sea considerado accidente laboral, esta aclaración es nuestra).*

En ambas Sentencias se dice que: *Sobre la empresa recae la carga de justificar que la lesión, trauma o defecto no se produjo a consecuencia de la realización de la tarea, es decir, acreditar la ruptura de la relación de causalidad entre trabajo y lesión.*

Sentencia T.S.J. Murcia 52/2012 de 23 de enero

(...)

Fundamento Tercero.-Respecto del segundo motivo de recurso, se alega la infracción del artículo 115, en relación con el artículo 117, ambos de la Ley General de la Seguridad Social; denuncia normativa que debe prosperar ya que, en todo caso, se trata de determinar si la Mutua demandada ha logrado desvirtuada la presunción de laboralidad del accidente, consagrada en el artículo 115.3 de la mencionada norma legal; y, a tal efecto, se ha de tener en cuenta que, para que exista accidente de trabajo con apoyo en la presunción de laboralidad, es preciso que la lesión se haya producido en tiempo y lugar de trabajo, rompiéndose la relación de causalidad entre lesión y accidente cuando se acredita de manera suficiente que existe una falta de relación entre la lesión padecida y el trabajo realizado, y es lo cierto que, en el caso que nos ocupa, y a la vista de lo consignado en hechos probados, se ha producido la destrucción de la presunción de laboralidad, pues se ha acreditado que el desvanecimiento del actor al finalizar la jornada de trabajo, y posterior fallecimiento por parada cardiorrespiratoria y disección aórtica abdominal complicada, fue debido a una rotura de las paredes de la aorta debido a un problema congénito o por hipertensión, que desencadena una hemorragia interna, como refiere el informe médico emitido por el Dr. Jaime al folio 182 de los autos, ratificado en el acto del juicio, en relación con el informe de urgencias de Hospital Lluís Alcanyls de Xàtiva, en el que fue atendido el trabajador (folios 116 y 117 de los autos), sin que se haya acreditado que existiesen elementos externos de origen laboral determinantes, en unión de la patología de aquella patología, del desarrollo de la hemorragia, cuya causa exacta se desconoce, por lo que, tal como recoge en mencionado informe el hecho de que una patología de naturaleza común, como es la expresada (informe pericial antes citado) se revele con ocasión de la realización de una ocupación laboral, no otorga sin más la característica jurídica de accidente de trabajo hasta tanto no se demuestre la efectiva influencia del ejercicio laboral en la aparición de la patología, como el esfuerzo en el trabajo y las situaciones de estrés o ansiedad; y es lo cierto que, en caso de autos, la mencionada patología excluye la etiología laboral, y aunque no es absolutamente descartable una posible influencia de alguno de los factores externos citados, estos han de tener una cualidad extrema, muy difícil de apreciar en las circunstancias en que se produjo el hecho, pues no consta que en ese momento o cercano en el tiempo existiesen circunstancias estimulantes que pudieran provocar la rotura de las paredes de la aorta y la hemorragia, lo que sólo se debió a una degeneración de la aorta, bien hereditaria o por

hipertensión, y que el hecho de surgir durante la actividad laboral no permite sostener que estemos ante un accidente de trabajo, cuando también pudo nacer fuera del tiempo de trabajo, máxime cuando no se constatan circunstancias o elementos que permitan concluir, sin riesgo de duda, que dicha patología se desencadenó o precipitó por la realización del trabajo, como así se sostiene por la sentencia del TS -Sala de lo Social- de 27 de febrero de 2008, rec. 2716/2006, en unificación de doctrina, la cual mantiene que «Por otra parte, el supuesto ahora debatido guarda indudable relación con el examinado en Sala General por la STS 16/12/05 -rcud 3344/04 -, en que se trataba de dolencia congénita (angioma venoso) y de manifestación también ajena a factores exógenos (“la crisis que supuso el nuevo episodio vertiginoso pudo haberse producido en cualquier otro momento y lugar”)), constando - además- que «el trabajador no realizó ningún esfuerzo, ninguna actividad que pudiera vincularse con la agravación de unos síntomas que ya se habían manifestado días antes»; o con el tratado en la STS de 03/11/03 -rcud 4078/02 -, en el que también concurría patología de nacimiento (malformación arteriovenosa en el hemisferio cerebeloso) y se argumenta que «esa condición de dolencia congénita que en principio ofrece ya una primera aproximación para estimar que no tenía relación con el trabajo y que podría haberse producido el desvanecimiento en cualquier lugar, es preciso conectarla además con el hecho admitido de que el trabajador no realizó ningún esfuerzo, ninguna actividad que pudiera vincularse con la rotura del vaso afectado.»

(...)

Sentencia T.S.J. Extremadura 12/2012 de 17 de enero

(...)

En las recientes sentencias de esta Sala de 7 abril 2011, 29 marzo 2011 y de 18 de marzo de 2010, invocando la del TS de 11 de junio 2007, se decía, en relación con un infarto de miocardio ocurrido en tiempo y lugar de trabajo, y en aplicación de esa conocida sentencia del TS, que «la presunción del artículo 84.3 de la Ley General de la Seguridad Social de 1974 se refiere no sólo a los accidentes en sentido estricto o lesiones producidas por la acción súbita y violenta de un agente exterior, sino también a las enfermedades o alteraciones de los procesos vitales que pueden surgir en el trabajo y que para la destrucción de la presunción de la laboralidad de la enfermedad surgida en el tiempo y lugar de prestación de servicios la jurisprudencia exige que la falta de relación entre la lesión padecida y el trabajo realizado se acredite de manera suficiente, bien porque se trate de enfermedad que por su propia naturaleza excluya la acción del trabajo como factor determinante o desencadenante, bien porque se aduzcan hechos que desvirtúen dicho nexo causal. La presunción no se excluye porque se haya acreditado que el trabajador padecía la enfermedad con anterioridad o porque se hubieran presentado síntomas antes de iniciarse el trabajo, porque lo que se valora a estos efectos no es, desde luego, la acción del trabajo como causa de la lesión cardíaca, lo que no sería apreciable en principio dada la etiología de este tipo de lesiones, sino su actuación en el marco del artículo 84.2.f) de la Ley General de la Seguridad Social como factor desencadenante de una crisis, que es la que lleva a la situación de necesidad protegida y esta posible acción del trabajo se beneficia de la presunción y no puede quedar excluida

por la prueba de que la enfermedad se padecía ya, pues, aunque sea así, es la crisis la que hay que tener en cuenta a efectos de protección.»

En los supuestos de aparición de la dolencia en el tiempo y lugar de trabajo, el lesionado únicamente ha de justificar esa ubicación en el tiempo y en el espacio laboral, recayendo sobre la empresa o las correspondientes entidades subrogadas la carga de justificar que la lesión, trauma o defecto no se produjo a consecuencia de la realización de la tarea, es decir, que acredite de manera inequívoca la ruptura de la relación de causalidad entre el trabajo y la lesión.

En este caso, el perito de la Mutua asevera que no es posible científicamente que un factor relacionado con el trabajo haya podido originar el trombo que a su vez ha obstruido un vaso sanguíneo posteriormente produciendo la isquemia cerebral con sus secuelas posteriores, añadiendo existir una mera coincidencia en tiempo y que la manifestación de su enfermedad cerebrovascular pudo haberse producido en cualquier momento, pudiendo estar la causa de la misma, "casi con toda seguridad", en los factores de riesgo que presentaba (hipertensión arterial, dislipemia con hipercolesterolemia y tabaquismo) (folio 83).

Pero de dicho informe no puede concluirse que haya quedado acreditado de manera inequívoca que se tratara de enfermedad que por su propia naturaleza excluya la acción del trabajo o que se hayan aducido razones que justifiquen que el trabajo no haya actuado como factor desencadenante de que el trabajador se desmayara y sufriera el ACV, ya que en ese informe se dice que es hemorrágico, sin exponerse los elementos o datos que conduzcan a esa conclusión, y sin aportarse ningún elemento de hecho que excluya la acción del trabajo como factor o causa desencadenante de aquel, máxime tratándose de un trabajador del que no constan periodos de IT previos por dolencia cardíaca. Cuando no se ha probado así hay que entender que todos los resultados derivan del accidente, y a este deben ser imputados, ya que la jurisprudencia insiste en que lo que se debe valorar a estos efectos no es la acción del trabajo como causa de la lesión cardíaca, sino su actuación como factor desencadenante (SSTS 12 de julio de 1999 y 11 junio de 2007). En distintas sentencias, de la que es exponente entre otras la de 27 de julio de 1999, se indicaba, además, que en relación con las concretas lesiones cardíacas o cerebrales, esta presunción de laboralidad se manifiesta de modo particularmente intenso y útil, considerándose accidente de trabajo la lesión cediendo solo ante la prueba cierta y convincente de la falta de conexión con el trabajo porque hayan ocurrido hechos de tal relieve que sea evidente a todas luces la absoluta carencia de relación entre el trabajo y el siniestro, ya que como se señalara en Sentencia de 16 de febrero de 1996, en principio, no se puede descartar la influencia de los factores laborales en la formación y desencadenamiento de una crisis cardíaca o cardiovascular, pudiendo incardinarse igualmente el que se produce en el cerebro".

Por ello, ha de considerarse que la baja iniciada el 9.5.2006 así como la IPA posteriormente derivan de accidente de trabajo, procediendo estimar el recurso y revocar la sentencia de instancia.

Sin más que analizar los párrafos anteriores, puede deducirse que:

1º Si se tiene en cuenta el número de horas en las que, día tras día, están expuestos a vibraciones los trabajadores del sector de la Construcción por utilizar herramientas que las producen durante su uso, se infiere que las consecuencias que se derivan para la Seguridad y Salud de dichos trabajadores pueden ser consideradas como graves. Como antes se ha dicho, la normativa vigente tanto en Europa como en España ya se ha ocupado de ello. Sin embargo, deja a criterio de los empresarios realizar una medición de los niveles de vibración que suponen riesgo para quienes trabajan en obras de construcción. Así mismo, obliga a los fabricantes de la correspondiente maquinaria a la declaración del nivel de vibraciones emitidas por cada máquina. Dado el altísimo número de trabajadores del sector de la Construcción afectados por enfermedades profesionales derivadas de la exposición continua de sus cuerpos a vibraciones producidas por la maquinaria que están obligados a utilizar, se hace necesario revisar tanto la actuación de las empresas constructoras como la de las fabricantes de dicha maquinaria. Por este motivo, se ha llevado a cabo la investigación *Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools* (López-Alonso *et al.*, 2013) que a continuación se reproduce.

2º Con la investigación antes dicha (López-Alonso *et al.*, 2013) se observa que el sector de la Construcción es el que somete a un mayor número de trabajadores al efecto de las vibraciones por el uso de maquinaria o de herramientas manuales y que la industria fabricante que las produce suministra una información insuficiente (que en algunos casos llega a ser sesgada) en cuanto se refiere a los límites de vibración que producen sus máquinas y herramientas.

3º La situación investigada y la jurisprudencia existente en el momento actual, aconsejan abrir una nueva investigación en la que, considerando las lesiones músculoesqueléticas como accidentes laborales, puedan incluirse estas dentro del sistema de gestión de Prevención de Riesgos Laborales de las empresas y así poder evaluar sus costes que se identifican mediante los tres aspectos que ya fueron expuestos en el Capítulo 3 de esta Memoria, a saber:

- el coste para el trabajador, consistente en el dolor y la pérdida de ingresos al no poder trabajar;
- para las empresas. que se traduce en un coste significativo cuantificable mediante las bajas por enfermedad o jubilación así como por el bajo rendimiento de los trabajadores por pérdida de salud;
- y, por último, para el Estado, al tener que pagar a una persona que no puede trabajar.

7.2 Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools.

ARTICLE IN PRESS

International Journal of Industrial Ergonomics xxx (2013) 1–7

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect



International Journal of Industrial Ergonomics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ergon



Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools

Mónica López-Alonso^{a,1}, Rosalía Pacheco-Torres^{a,2}, M^a Dolores Martínez-Aires^{b,*},
Javier Ordoñez-García^{a,2}

^a Department of Construction & Project Engineering, University of Granada, E.T.S.I.C.C.P. C/Severo Ochoa s/n, 18071 Granada, Spain

^b Department of Building Construction, University of Granada, E.T.S.I.E. C/Severo Ochoa s/n, 18071 Granada, Spain

ARTICLE INFO

Article history:
Received 6 August 2012
Received in revised form
17 January 2013
Accepted 21 January 2013
Available online xxx

Keywords:
Hand-arm vibration
Hand-held vibration tools
Health and safety
HAVS
Construction work practices

ABSTRACT

In the European Union, one of every four workers claims to be exposed to vibration for up to 2 h of his/her working day. The use of vibrating hand-held tools is the most common cause of vibration-related injury in workers. Of all sectors of professional activity, the construction industry has the highest number of workers affected by vibration. European Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding worker exposure to risks from physical agents (e.g. vibration) limits exposure to vibration.

This study analysed the exposure level of construction workers to hand-arm vibration. For this research, vibration levels of the most common construction tools were compared, and the maximum time that each tool could be safely used was established. Finally, these limit values were compared to the tool vibration data provided by manufacturers. The results showed that for 42% of the tools studied, the daily exposure limit value was exceeded.

Relevance to industry: There was a significant divergence between the vibration limits in standards and the information provided by manufacturers.

© 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

In the European Union, one of every four workers claims to be exposed to vibration for up to 2 h of his/her working day, in the hand-arm system or in the whole body (Office for Official Publications of the European Communities, 2008). According to the National Survey of Security and Health Management in Companies,³ carried out by the National Institute for Occupational Safety and Health at Work⁴ (INSHT, 2009), the risk of musculoskeletal problems related to posture, force, or repetitive movements at construction sites is 36%. This survey also underlined the social and economic impact caused by these disorders (Klussmann et al., 2010).

The use of hand-held vibrating tools is the most common cause of vibration-related injury in workers. Of all professional sectors,

the construction industry has the highest number of workers affected by vibration (23.5% in the hand-arm and 12.9% in the whole body), followed by the industrial sector (16.6% in the hand-arm and 7.8% in the whole body) (INSHT, 2007).

The symptoms of exposure to hand-arm vibration can be classified as vascular, neurological, or musculoskeletal (Griffin and Bovenzi, 2002). All vascular symptoms can be classified under the heading of "Vibration White Finger", a phenomenon characterised by the whitening of the finger when exposed to low temperatures. The prevalence of vascular symptoms in workers using portable or hand-held vibratory tools can be as high as 70% or more, depending on the type and duration of exposure (Harada, 2002). The most common neurological disorders are numbness and tingling in the fingers. The musculoskeletal damage associated with hand-arm vibration manifests itself in the form of pain in the upper extremities (Griffin, 1998).

Other related symptoms include a continuous sensation of numbness (Laskar and Harada, 2005), loss of manual sensitivity and dexterity (Rui et al., 2008), demyelination (loss of nerve fibre) in the peripheral nerves of the hand (Kurozawa and Nasu, 2001), tendinitis, tenosynovitis (Griffin, 1998) and even advanced hearing loss (Masayuki et al., 1985). Recent studies also point to the appearance of Carpal tunnel syndrome (House et al., 2009).

* Corresponding author. Tel.: +34 958 24 62 97.
E-mail addresses: mlopeza@ugr.es (M. López-Alonso), rosapt@ugr.es (R. Pacheco-Torres), aires@ugr.es (M^aD. Martínez-Aires), javiord@ugr.es (J. Ordoñez-García).

¹ Tel.: +34 958 241338.

² Tel.: +34 958 249438.

³ In Spanish: Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas (ENGE).

⁴ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

0169-8141/\$ – see front matter © 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

Please cite this article in press as: López-Alonso, M., et al., Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools, International Journal of Industrial Ergonomics (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

ARTICLE IN PRESS

2

M. López-Alonso et al. / *International Journal of Industrial Ergonomics xxx (2013) 1–7*

1.1. State of the art

The level of vibration transmission to the upper extremities depends on the magnitude, frequency, and direction of the vibration, the dynamic response of the hand (Griffin, 1990), and the worker's way of grasping the tool.

A physiological factor that interferes with the transmission of the vibration is the impedance or resistance to vibration. The main factors that influence impedance of the hand-arm system are: grip force (especially at frequencies of 30 Hz), push force, and direction (Kihlberg, 1995; Burström, 1997). According to Burström (1997), at frequencies lower than 30 Hz, the flexion or abduction of the hand or elbow also affects impedance. In addition, the relative position of the wrist-elbow also has an impact at certain frequencies. Therefore, at low frequencies (<30 Hz), impedance is greater when the arm is bent, and at a frequency higher than 70–80 Hz, impedance increases with the flexion of the elbow. Stronger grip force and push force mean an increase in impedance in both the resonance frequency and its magnitude (Besa et al., 2007).

Various authors (Sam and Kathirvel, 2009; Edwards and Holt, 2006) claim that the technique used is of utmost importance to the maximum levels of vibration received. When assessing technique, it is thus necessary to consider factors such as the following: grip force, induction force, handle type, and worker posture, and arm position (straight or flexed) relative to the tool (Alphin et al., 2011). Aldien et al. (2006) found that the vibration absorbed by a straight arm is greater than the vibration absorbed by a flexed arm. Other factors to bear in mind are tool material and design. In addition, Edwards and Holt (2007) highlight other crucial parameters such as the age of the machine and the shape of the handle.

As specified in Directive 2002/44/EC (2002), the greatest challenge is the reduction of the daily exposure limit value for vibration. Not surprisingly, this requires changes in work methods and equipment. The use of modern tools with low levels of vibration is one way to reduce the risk of exposure, but it is also necessary to decrease actual exposure time to vibration. In fact, according to Greenslade and Larsson (1997), controlling exposure time is the most effective prevention method.

Other methods include: (i) changing work procedures to avoid the use of certain machines with high vibration levels (HSE, 1997); (ii) hiring a qualified technician to study the situation; (iii) designing maintenance programmes for work equipment; (iv) using auxiliary equipment to reduce vibration risks; (v) wearing suitable clothes as a safeguard against cold and damp (Nelson and Brereton, 2005).

1.2. Objectives

The objective of this study was to identify the most common hand-held tools in construction work and determine their vibration levels, based on information provided by manufacturers. The results obtained were then compared with the limit values in the EU Directive 2002/44/EC to evaluate the validity of these vibration specifications from the manufacturers.

Once those tools with the highest levels of risk for occupational health were detected, their safe maximum exposure time was then determined. This time was regarded as the maximum time that a worker could use the tool without exceeding the vibration exposure level in the EU Directive. To do this, the vibration level of each tool was taken into account as well as the preventive measures that reduce the risk to worker health.

1.3. Legal framework

European Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks

arising from physical agents (vibration) (Directive 2002/44/EC, 2002), also known as the Physical Agents Directive, implements Council Directive of 12 June 1989 and formulates measures to improve safety and health at the workplace (Council Directive 89/391/EEC, 1989). This directive limits exposure to vibration by defining the daily exposure action value (see 2.2), as well as by specifying the employer's obligation to monitor health and safety risks arising from exposure to mechanical vibration (see 2.3).

The transposition of this directive to Spanish law is Royal Decree 1311/2005 of 4 November 2005. This law protects the health and safety of workers from risks arising or likely to arise from exposure to mechanical vibration⁵ (Royal Decree 1311/2005, 2005).

1.3.1. Employer obligations

Employers are required to evaluate the level of exposure to vibration, but are only obliged to measure those vibration levels that are considered to be a risk in cases when this is considered "necessary".⁶ The risk evaluation methods in the Directive include both a quantitative approximation (based on data regarding the probable magnitude of the vibration) and a qualitative approach (observation of specific work practices, conditions of use, and interactions with the workplace and equipment). During this risk evaluation process, employers can justify their reasons for not carrying out a more in-depth evaluation.

1.3.2. Manufacturer obligations

European Directive 2006/42/EC on Machinery (Directive 2006/42/EC, 2006) states that the design and manufacturing of machines must be carried out in such a way that the vibration transmitted to the operator is reduced to the lowest level possible. Technical advances and the availability of means of reducing vibrations at the source should also be taken into account. This Directive obliges the manufacturers of tools that produce hand-arm vibration to include the total vibration value to which the hand-arm system is subjected (measured in m/s^2) in the instructions, when this level exceeds 2.5 m/s^2 (Directive 2006/42/EC, 2006). The measurements should be taken at the site, as specified in harmonized standards (see ISO Standard 5349 (ISO 5349-1, 2001)). The measurement data should also include the operating conditions of the machine. Standard UNE-EN 12096 (AENOR, 1998) requires the manufacturer to declare the vibration level emitted by the machine, measured in m/s^2 . Uncertainty values k should also be provided so that the test can be repeated.

2. Material and methods

This research study applied the calculation method outlined in the ISO 5349-1 (2001) (see 2.2). The exposure levels of the most commonly used tools were evaluated, based on data collected from the principal construction companies in the sector (see 2.1). To compare the data for various tool types, the term $A(1)$ was employed to refer to the exposure limit for 1 h. This made it

⁵ In Spanish: *Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.*

⁶ To be able to determine acceleration without having to measure it, employers must comply with each and every one of the following conditions: a) They must have evidence of the permitted emission levels of the machine. These can be the levels provided by the manufacturer or can be obtained by other means. b) The actual working conditions of the machine must be similar to those in place at the time when it complied with the legal emission levels. c) The machine must be in good condition and maintenance must be performed according to manufacturer recommendations. d) The tools and accessories used must be similar to those used when the acceleration levels were determined.

Please cite this article in press as: López-Alonso, M., et al., Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools, *International Journal of Industrial Ergonomics* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

ARTICLE IN PRESS

M. López-Alonso et al. / International Journal of Industrial Ergonomics xxx (2013) 1–7

3

possible to identify those tools that should not be used for more than 1 h and also to calculate the exact time that the tool could be safely used.

2.1. Background

According to certain authors, the appearance of vibration white finger can be predicted by using a simple model based on the calculation of a vibration value that establishes a linear relationship between the magnitude of the vibration received and the duration of the exposure (Griffin et al., 2003). The daily amount of exposure thus allowed us to compare this exposure time with the legal limits. It should be underlined that the calculation of this value is one of the main problems faced by constructors since the values obtained are not applicable to other tools. The assessment of the current work was based on assessment based on questionnaire data, data provided by manufacturers, and vibration limit levels specified in legislation.

Exposure values can be calculated either by objective or subjective methods. Generally speaking, subjective methods tend to overestimate exposure time, whereas more objective methods (e.g. direct observation) tend to increase the amount of associated risk. This means that measures to alleviate the impact of vibration exposure are not accurately assessed. The most common subjective methods include interviews and questionnaires. Given that they are not identical (McCallig et al., 2010), both interviews and questionnaires are frequently used to collect data regarding exposure to vibrations in the whole body or to continuous vibrations.

One of the most common objective methods is the on-site observation of work processes to assess exposure levels to mechanical vibrations (Office for Official Publications of the European Communities, 2008). In fact, this method was used in an important study carried out by the European Agency for Safety and Health at Work (EASHT).

2.2. Sample collection

According to Royal Decree 1644/2008 (2008), the vibration level of a tool or machine can be assessed from the data in the instruction manuals of similar machinery, given that the standardized conditions under which emission values are measured are the same for all machines. In this study, these vibration levels were collected, classified, and analysed, following the process outlined in Fig. 1.

In the initial phase of our study, the six most important construction companies in Spain were contacted. According to the National Commission on the Stock Market,⁷ these companies had an overall net profit of 1971.8 million euros in the first nine months of 2011. They supplied information regarding the most common hand-held tools used in building work at construction sites. This information was complemented with the inventory provided by the National Centre for Machinery Testing⁸ (INSHT, 2011). This resulted in the following list of hand-held tools: plate vibrator, compactor, power trowel, power trowel propeller, electric hammer, pneumatic hammer, hammer, cutting table, ram, circular saw, drill, and vibrator.

In the next stage, the main suppliers of these tools were contacted and asked to provide the names of the manufacturers. This set of names was then compared to the brands in the database of the National Institute for Occupational Safety and Health at Work (INSHT, 2011). This made it possible to establish an inventory of the most well-known tool brands in Spain. Because of ethical

considerations, the brand names of the tools are not specified in this paper.

The final sample for this study was composed of 12 tool types and 19 manufacturers. These data were entered into a database, especially designed for this purpose, which contained the tool brands and models currently on the market. The Rms values of vibration acceleration transmitted in m/s^2 were then extracted from the instruction manuals for these tools. These data were used to analyse vibration levels as well as the potential risk of each type.

2.3. Calculation of vibration exposure

European Directive 2002/44/EC (2002) defines the following terms related to hand-arm vibration received by workers:

- **Hand-arm vibration:** the mechanical vibration that, when transmitted to the human hand-arm system, entails risks to the health and safety of workers, in particular, vascular, bone or joint, neurological or muscular disorders.
- **Daily exposure action value:** the vibration exposure value that, if exceeded, calls for the implementation of a programme of technical and/or organisational measures intended to reduce exposure to mechanical vibration. For hand-arm vibration, this value is $2.5 m/s^2$.
- **Daily exposure limit value:** the vibration exposure value that cannot be exceeded under any circumstances, that for hand-arm vibration is $5 m/s^2$.

European Directive 2002/44/EC (2002) bases its evaluation of exposure to hand-arm vibration on ISO Standard 5349 (2001). This standard normalises the daily exposure value to an 8-h reference period, $A(8)$, to assess the level of exposure to hand-arm vibration (see Equation (1)).

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \tag{1}$$

Where a_{hv} is the magnitude of the vibration from the source producing it in m/s^2 ; T is the duration of exposure to vibration a_{hv} in seconds; T_0 is the 8-h reference period (28,800 s); a_{hv} is expressed as shown in Equation (2):

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwz}^2 + a_{hwv}^2 + a_{hwz}^2} \tag{2}$$

Where a_{hwz} , a_{hwv} , and a_{hwz} are the Rms values of the acceleration of the vibrations to the hand, weighted in frequency after measuring the vibratory surface in contact with the hand on three orthogonal axes x, y, z , expressed in m/s^2 . As previously mentioned, there are many factors that come into play when measuring vibration levels, such as the use conditions of the tool, handle type, work materials, worker posture, and grip force (Rimell et al., 2008).

One of the most significant innovations in ISO Standard 5349 (2001) is that of an 8-h reference period to calculate limit values, which replaces the previous reference period of 4 h. The weighting function has also been updated (see Fig. 2), especially at frequencies lower than 8 Hz.

A more detailed explanation of the measurement procedures of these values can be found in the second section of the standard, "Practical guidance for measurement at the workplace" (ISO 5349-2, 2001). If the value of $A(8)$ exceeds $2.5 m/s^2$, control measures must be employed to reduce the risk.

In this study, $A(1)$ was defined as the daily exposure value standardised to a period of 1 h. This value was calculated with Equation (3).

⁷ Comisión Nacional de Mercado de Valores.
⁸ Centro Nacional de Verificación Maquinaria.

Please cite this article in press as: López-Alonso, M., et al., Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools, International Journal of Industrial Ergonomics (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

ARTICLE IN PRESS

4

M. López-Alonso et al. / International Journal of Industrial Ergonomics xxx (2013) 1–7

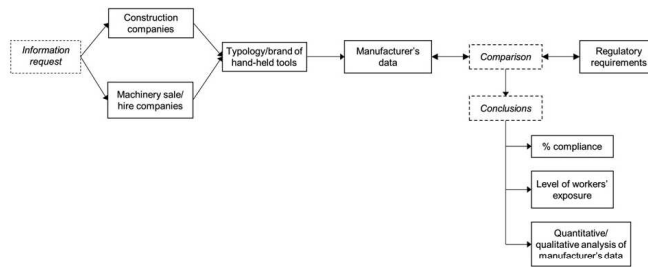


Fig. 1. Outline of the study process. Source: Own design.

$$A(1) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{3600}} \quad (3)$$

Where a_{hv} is the acceleration value of the tool in m/s^2 ; T is the exposure time to vibration; 3600 is the reference period of 1 h expressed in seconds.

3. Results

3.1. Analysis of the data

In this study, 12 tool types and the information provided by 19 manufacturers were analysed (see 2.3). However, it should be underlined that in 31% of the cases, the figures on vibration values generated by the tools were unavailable. Our results showed that only 52% of the data were in consonance with the legal requirements on measurement procedures and with the units in which the results should have been presented. Some manufacturers (i.e. Bosch, Makita, Hitachi, and Dewalt) have web pages on the risk produced by vibration exposure, which include further information on health effects, tool vibration levels, and vibration calculators for risk assessment.

After compiling the information given by the manufacturers, was calculated the time limit on the daily use of each tool. Fig. 3 lists each type of machine along with the following values: (i) $A(8)$ maximum, calculated with the maximum acceleration value expressed in m/s^2 , based on the information provided by manufacturers; (ii), average $A(8)$; (iii) minimum $A(8)$. All of these parameters were calculated on the basis of the same criteria. The daily exposure limit value $A(8) = 2.5 m/s^2$ was also used for purposes of

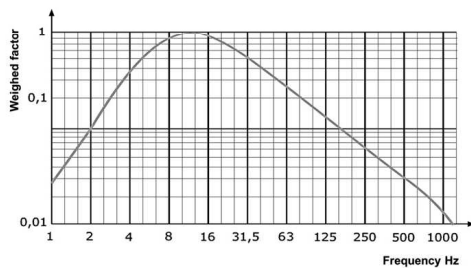


Fig. 2. Weighting function for hand-arm vibrations. Source: ISO 5349-1 (ISO 5349-1, 2001).

comparison and to derive conclusions regarding previous exposure data.

The tools found to produce the highest vibration levels were the pneumatic hammer, electric hammer, power trowel propeller, and demolition hammer. For all of the tools studied, the maximum value of a_{hv} exceeded the daily exposure limit value. In fact, in the case of the pneumatic hammer and the demolition hammer, the minimum value of a_{hv} also exceeded the daily exposure limit value of $2.5 m/s^2$. This signifies that there is a data dispersion of a_{hv} values for the same tool. These findings coincide with those of other authors whose studies show variations of up to 30% in the data collected for a single tool (Rimell et al., 2008).

In regards to these results, it is interesting to focus on those tools with the highest average levels of vibration, namely, the pneumatic hammer, demolition hammer, electric hammer, ram, and plate vibrator. In Fig. 4, the horizontal axis shows the maximum, average, and minimum vibration exposure values in m/s^2 over an 8-h reference period $A(8)$, a_{hv} , for these five tools. The figures above the bars refer to the axis on the left, which is the vibration exposure value for a 1-h period $A(1)$ in m/s^2 . The lines with the figures in boxes refer to the axis on the right, which is the duration in hours of exposure for each tool without exceeding the exposure limit value of $2.5 m/s^2$ in the European (Directive 2002/44/EC (2002)).

Of the machines studied, the daily exposure limit value was exceeded in 83% of the cases, which means that preventive actions should be taken. The cutting table and concrete vibrator were the only two exceptions since their $A(1)$ vibration values did not exceed the limit values. This percentage is 42% when the average values were taken into account. The pneumatic hammer showed the largest standard deviation from the data. In line with this, the pneumatic hammer and demolition hammer were the only two tools whose average values exceeded the vibration limit $A(8)$ of $2.5 m/s^2$.

For all values exceeding the $A(8)$ exposure value of $2.5 m/s^2$, the exposure time must be strictly limited. When the focus is on those machines whose average value exceeds the maximum, exposure time limits ranging from 0.31 to 0.98 h were obtained (see Fig. 4). The consideration of these values should condition the planning and organization of all work to be done.

4. Discussion

4.1. Information provided by manufacturers and regulatory compliance

The Physical Agents Directive, (Directive 2002/44/EC, 2002) explicitly states that when carrying out risk assessments, the employer should give particular attention to the information

Please cite this article in press as: López-Alonso, M., et al., Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools, International Journal of Industrial Ergonomics (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

ARTICLE IN PRESS

M. López-Alonso et al. / International Journal of Industrial Ergonomics xxx (2013) 1–7

5

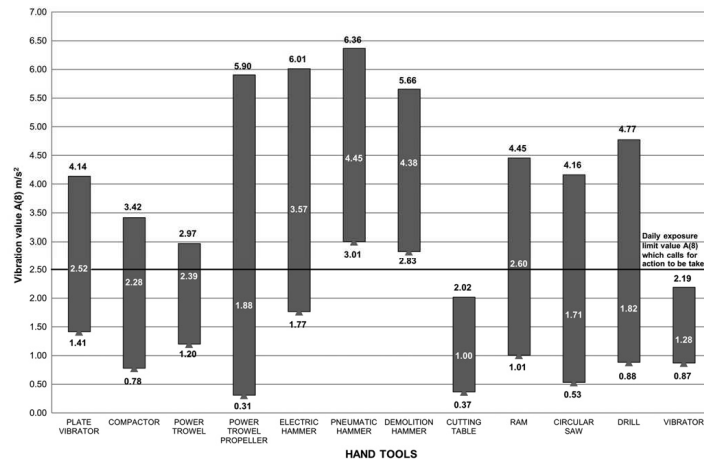


Fig. 3. Maximum, average, and minimum daily exposure limit levels for an 8-h reference period A(8) for each tool type. Source: Own design.

provided by the manufacturers of work equipment in accordance with the relevant Community Directives. However, this is just one possibility. When it comes to risk assessment, the vibration level is the key factor that determines whether an intervention is necessary. For precisely this reason, the information provided by the manufacturer on the quantity and quality of vibration emissions must be both sufficient as well as accurate. According to the results obtained in this study, manufacturer data pertaining to risk assessment was inadequate in over 50% of the cases. This occurred either because data were unavailable or because they were not recorded in the correct units, which made accurate risk assessment difficult if not impossible.

The European Directive on Machinery (Directive 2006/42/EC, 2006) specifically mentions “associated risks” but not vibration level. Accordingly, a machine can produce high levels of vibration, pending assessment of the maximum number of hours of use. There is also a certain amount of ambiguity in the directive when it says that manufacturers are not required to measure emissions generated by each machine. Rather it offers them the possibility of basing values on measurements taken of “technically comparable” machinery (a term that is not clearly defined in the text). As already mentioned, employers are under no obligation to take measurements. The directive permits them to merely refer to the data provided by the manufacturer. Unfortunately, these regulations

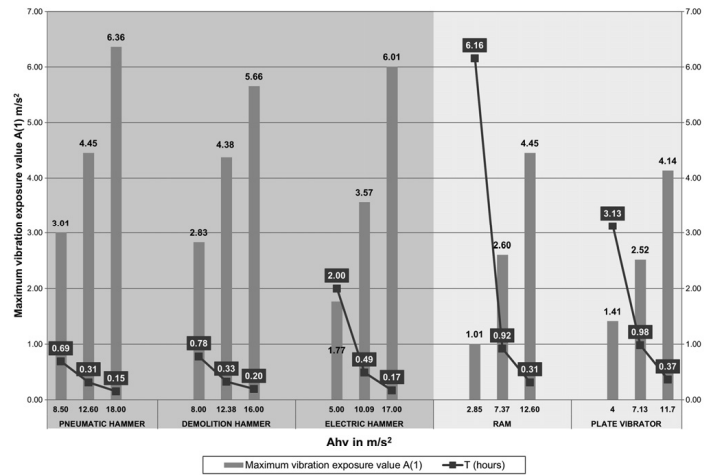


Fig. 4. Vibration values over an 8-h reference period A(8) and over a 1-h period A(1) and possible duration of exposure without exceeding the value of 2.5 ms². Source: Own design.

Please cite this article in press as: López-Alonso, M., et al., Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools, International Journal of Industrial Ergonomics (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

ARTICLE IN PRESS

6

M. López-Alonso et al. / *International Journal of Industrial Ergonomics xxx (2013) 1–7*

allow a machine to go from the factory to the commercialization stage, to pass all health and safety checks, and be used by workers without ever having been tested for levels of hand-arm vibration.

The Physical Agents Directive (Directive 2002/44/EC, 2002) does not limit the exposure time, but only the exposure limit values or the action values. The use of "equivalent energy" to calculate exposure action values and exposure limit values for periods shorter than 8 h means that the magnitudes are in inverse proportion to the square root of the duration of the exposure. In other words, as the exposure time value increases, the maximum action value drops. Without exceeding these limits, it is possible for the worker to be exposed to damaging levels of vibration, though over a short time period. These results coincide with Nelson and Brereton (2005), who found that the short-term limit values would have effectively set limits on the allowable vibration emission of machines that transmit hand-arm or whole-body vibration.

According to the bibliography, the measurement of the vibration level of a tool involves various parameters. These include weight, power, use technique, and tool age. When the $A(8)$ formula for an 8-h period is applied, tools generating high vibration levels over short periods of time can be classified as harmless. For this reason, manufacturer instructions should always include recommendations for use. This should be done not only for machines whose exposure values require preventive measures, but also for any machine that generates vibrations, because of the potential risk factor.

There is a general lack of data on vibration emissions (Edwards and Holt, 2007). To make matters worse, the standardized data provided by manufacturers on machine vibrations are not always reliable. Apart from the lack of objectivity that generally characterises such data, which can vary significantly from manufacturer to manufacturer, it is extremely rare to find a description of the assessment method used.

4.2. Preventive measures

The Framework Directive on Prevention (Council Directive 89/391/EEC, 1989) states that the employer is responsible for assessing safety and health risks at work. This obviously includes workers whose occupations place them at special risk. In regards to vibration, the Physical Agents Directive, (Directive 2002/44/EC, 2002) claims that if exposure action values are exceeded, employers are required to implement a programme of special technical and/or organizational measures in order to reduce exposure to mechanical vibration and its attendant risks to a minimum. These measures will also be implemented when: (1) identifiable illness or harmful effects on worker health can be linked to exposure to vibration; (2) there is risk of developing this disease, according to the specific working conditions; (3) there are tested techniques to detect the disease (Directive 2002/44/EC, 2002).

Nelson and Brereton (2005) summarize the main preventive measures that should be implemented to reduce exposure to vibration. Evidently, precautions must be taken to avoid high levels of vibration. It is also necessary to specify the time duration for which tools can be safely used. When selecting tools, the employer should also consider the anticipated hours of use (Vergara et al., 2008).

5. Conclusions

The findings of this study show that 83% of the tool vibration data provided by manufacturers produce vibration levels for a reference period of 1 h which exceed the exposure limit value, after which it is necessary to take remedial action. In 42% of the cases, vibration levels were found to exceed the daily exposure limit value. Although important steps are now being taken to remedy

this situation, as reflected in the incorporation of vibration-reducing devices at the tool design stage, the data still show that there is an urgent need to reduce exposure levels by reorganizing the workplace.

A higher level of commitment should be demanded from manufacturers, who need to comply with regulations on the amount and type of information provided for tool vibration levels. All manufacturers should specify the level of vibration emitted by their tools as well as the conditions in which vibration emissions were measured.

The criteria in the Physical Agents Directive (Directive 2002/44/EC, 2002) concerning the employers' obligation to measure the vibration levels generated by the machines to which workers are exposed is in urgent need of revision. Because of the extremely negative effects of hand-arm vibration on workers, and given that many tools exceed the limits permitted for short periods of use, a change in the Physical Agents Directive is necessary. More specifically, it should explicitly require accurate and precise risk assessments and monitoring. Along these lines, more frequent and detailed medical check-ups should be given to those workers exposed to vibration, even in those cases where the vibration received do not exceed the limit permitted.

References

- AENOR, 1998. Norma UNE-EN 12096: Vibraciones mecánicas. Declaración y verificación de los valores de emisión vibratoria.
- Aldien, Y., Marcotte, P., Rakheja, S., Boileau, P.E., 2006. Influence of hand-arm posture on biodynamic response of the human hand-arm exposed to z-h-axis vibration. *International Journal of Industrial Ergonomics* 36, 45–59.
- Alphin, M.S., Sankaranarayanan, K., Sivapirakam, S.P., 2011. Experimental investigation to study the influence of handle diameter on low-frequency, hand-arm vertical vibration. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* 19 (6), 1–9.
- Besa, A.J., Valero, F.J., Suárez, J.L., Carballeira, J., 2007. Characterisation of the mechanical impedance of the human hand-arm system: the influence of vibration direction, hand-arm posture and muscle tension. *International Journal of Industrial Ergonomics* 37 (3), 225–231.
- Burström, L., 1997. The influence of biodynamic factors on the mechanical impedance of the hand and arm. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 69 (6), 437–446.
- Council directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. *Official Journal No. L 183, 29.06.1989, 9*.
- Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17th May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC. *The Official Journal of the European Communities*, 2006.
- Directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25th June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure to workers to the risks arising from physical agents (vibration). *The Official Journal of the European Communities* 45, 2002, 13–19. EC.
- Edwards, D.J., Holt, G.D., 2007. Construction hand tools: vibration emissions from alternative inserts. *Building Research and Information* 35 (3), 329–342.
- Edwards, D.J., Holt, G.D., 2006. Hand-arm vibration exposure from construction tools: results of a field study. *Construction Management and Economics* 24 (2), 209–217.
- Greenslade, E., Larsson, T.J., 1997. Reducing vibration exposure from hand-held grinding, sanding and polishing power tools by improvement in equipment and industrial processes. *Safety Science* 25 (1–3), 143–152.
- Griffin, M.J., 1998. Riesgos Generales, vibraciones. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. In: Stellan, J.M. (Ed.), Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 4a ed. Subdirección General de Publicaciones, Spain.
- Griffin, M.J., 1990. *Handbook of Human Vibration*. Academic Press ed, Londres.
- Griffin, M.J., Bovenzi, M., Nelson, C.M., 2003. Dose-response patterns for vibration-induced white finger. *Occupational and Environmental Medicine* 60, 16–26.
- Griffin, M.J., Bovenzi, M., 2002. The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 75 (1–2), 1–5.
- Harada, N., 2002. Cold-stress tests involving finger-skin temperature measurement for evaluation of vascular disorders in hand-arm vibration syndrome: review of the literature. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 75, 14–19.
- HSE, 1997. *Health and Safety Executive: Vibration Solutions: Practical Ways to Reduce the Risk of Hand-arm Vibration Injury*. United Kingdom.
- House, R., Krajnak, K., Manno, M., Lander, L., 2009. Current perception threshold and the HAVS Stockholm sensorineural scale. *Occupational Medicine* 58, 476–482.

Please cite this article in press as: López-Alonso, M., et al., Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools, *International Journal of Industrial Ergonomics* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

ARTICLE IN PRESS

M. López-Alonso et al. / *International Journal of Industrial Ergonomics xxx (2013) 1–7*

7

- INSHT, 2007. Informe anual sobre daños a la salud en el trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Spain.
- INSHT, 2009. Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.
- INSHT, 2011. Base de datos del Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.
- ISO 5349-1, 2001. Mechanical Vibrations. Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand-transmitted Vibration. Part 1: General Requirements.
- ISO 5349-2, 2001. Mechanical Vibrations. Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand-transmitted Vibration. Part 2: Practical Guidance for Measurement at the Workplace.
- Kihlberg, S., 1995. Biodynamic response of the hand-arm system to vibration from an impact hammer and a grinder. *International Journal of Industrial Ergonomics* 16 (1), 1–8.
- Klussmann, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, M.A., 2010. The Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO) – evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 11.
- Kurozawa, Y., Nasu, Y., 2001. Current perception threshold in vibration-induced neuropathy. *Archives of Environmental Health* 56, 245–254.
- Laskar, M.S., Harada, N., 2005. Different conditions of cold water immersion test for diagnosing hand-arm vibration syndrome. *Environmental Health and Preventive Medicine* 10, 351–359.
- Masayuki, I., Norio, K., Kuniaki, H., Tadashide, M., 1985. An association between Raynaud's phenomenon and hearing loss in forestry workers. *American Industrial Hygiene Association Journal* 46, 509–513.
- McCallig, M., Paddan, G., Van Lente, E., Moore, K., Coggins, M., 2010. Evaluating worker vibration exposures using self-reported and direct observation estimates of exposure duration. *Applied Ergonomics* 42 (1), 37–45.
- Nelson, C.M., Brereton, P.F., 2005. The European vibration directive. *Industrial Health* 43 (3), 472–479.
- Office for Official Publications of the European Communities, 2008. *Workplace Exposure to Vibration in Europe an Expert Review*. Luxembourg.
- Royal Decree 1311/2005, 2005. Boletín Oficial del Estado de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Spain.
- Royal Decree 1644/2008, 2008. Boletín Oficial del Estado de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Spain.
- Rimell, A.N., Notini, L., Mansfield, N.J., Edwards, D.J., 2008. Variation between manufacturers' declared vibration emission values and those measured under simulated workplace conditions for a range of hand-held power tools typically found in the construction industry. *International Journal of Industrial Ergonomics* 38 (9–10), 661–675.
- Rui, F., D'Agostin, F., Negro, C., Bovezi, M., 2008. A prospective cohort study of manipulative dexterity in vibration-exposed workers. *International Archives of Occupational Environmental Health* 81, 545–551.
- Sam, B., Kathirvel, K., 2009. Development and evaluation of vibration isolators for reducing hand transmitted vibration of walking and riding type power tillers. *Biosystems Engineering* 103 (4), 427–437.
- Vergara, M., Sancho, J., Rodríguez, P., Pérez-González, A., 2008. Hand-transmitted vibration in power tools: accomplishment of standards and users' perception. *International Journal of Industrial Ergonomics* 38 (9–10), 652–660.

Please cite this article in press as: López-Alonso, M., et al., Comparative analysis of exposure limit values of vibrating hand-held tools, *International Journal of Industrial Ergonomics* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2013.01.006>

7.3 Conclusión.

Dado que existe un alto número de enfermedades profesionales –que, en este caso, se manifiestan mediante lesiones músculoesqueléticas- que hasta ahora no había obligación de contemplar en la gestión empresarial de la Prevención de Riesgos Laborales ni en los costes relacionados con la Seguridad y Salud, al menos, la jurisprudencia referenciada en este Capítulo hace que sea necesario incluirlos a partir de ahora. De esta forma, creemos que se vería reducido el número de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores del sector de la Construcción por los efectos de las vibraciones producidas por maquinaria y herramientas de mano y, en su caso, los costes derivados de este tipo de accidentes laborales.

Por tanto, se deja abierta una futura línea de investigación acerca de los costes asociados a este tipo de “nuevos” accidentes laborales y de otros que pudieran tener análoga categoría y consideración.

CAPÍTULO 8.

Conclusiones y Futuras Líneas de Investigación

En este capítulo se presentan las *Conclusiones* de la investigación realizada. Es la parte en la que se resumen los resultados de obtenidos con la investigación demostrando, o negando, las hipótesis planteadas, y que se han alcanzado los objetivos, general y específicos, planteados al comienzo de la investigación. Se presentan diez grandes grupos de *Conclusiones* que giran alrededor de los objetivos de investigación que fueron planteados en el Capítulo 1. A su vez, cada uno de ellos contiene el desglose tanto de las conclusiones generales como, a partir de la quinta conclusión, las correspondientes a las hipótesis de investigación que se hicieron a priori. Una décimo primera Conclusión, que se deriva de la investigación que se presenta en el Capítulo 7, permite, a su vez, abrir una futura línea de investigación.

El capítulo finaliza con la presentación de nuevas ideas o propuestas que pueden llevarse a cabo partiendo de la investigación realizada. Figuran bajo el epígrafe *Futuras líneas de investigación*.

8.1. Conclusiones.

PRIMERA

La primera, y principal, conclusión a la que se llega en esta Memoria de Tesis Doctoral es que, a la vista de los informes de organismos nacionales e internacionales que han sido analizados así como del exhaustivo estudio que se ha llevado a cabo del conocimiento científico existente en el tema central de nuestra investigación, es necesario investigar cuáles son los costes reales y cómo su control puede ayudar a disminuir la siniestralidad laboral.

En el Capítulo 1 se referencia que según los informes de la agencia norteamericana Occupational Safety and Health Administration, OSHA (2008), y del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (INSHT, 2011) el número de accidentes laborales en Europa arroja cifras escalofriantes: 5710 accidentes de trabajo con el resultado de muerte y millones de personas ven dañada su salud como consecuencia de su trabajo (año 2008). Por otro lado, el coste de estos accidentes y enfermedades ha sido calculado por la OIT (2008) y equivale al 4% del Producto Interior Bruto mundial: ¡más de 20 veces la cifra destinada a la Ayuda Oficial para el Desarrollo! Lo verdaderamente sorprendentes es que, según la Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas españolas, ENGE (2009), en las empresas del sector de la Construcción no se lleva a cabo el control de los costes de Seguridad y Salud. Por tanto, la primera conclusión que se obtuvo al empezar la investigación es que era del todo procedente.

SEGUNDA

También en el Capítulo 1 figura el estudio bibliométrico hecho sobre el estado del conocimiento realizado y aludido en la conclusión anterior. De él se concluye, tras la revisión que del estado del conocimiento se ha realizado, esta ha sido la adecuada a las exigencias de nuestra investigación, por lo que podemos afirmar que ésta está plenamente justificada.

TERCERA

¿Podemos concluir que, tras la investigación realizada, se han alcanzado todos los objetivos que se propusieron a su inicio?

En el Capítulo 1 de esta Memoria de Tesis Doctoral se presentó el objetivo general de la investigación. Consistía en desarrollar una metodología para el análisis y control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las obras del sector de la Construcción para su inclusión sistemática en el modelo de gestión económica de las empresas pertenecientes a él. Para analizar mejor este objetivo general, a su vez, era subdividido en seis objetivos específicos. En las líneas que siguen se demuestra, con la presentación de los resultados de investigación obtenidos, que todos y cada uno de dichos objetivos han sido alcanzados tras haber desarrollado nuestra investigación.

O.1.- Estudiar las características del sector de la Construcción en España.

Desde la revisión del estado de conocimiento que se presenta en el Capítulo 2, podemos concluir que:

1º La Construcción se identifica como uno de las actividades económicas con mayor siniestralidad, penalidad y peligrosidad laboral que tiene un alto *nivel de ocupación*, si bien ha

descendido en los últimos años. Su población trabajadora es predominantemente masculina -el 93% de quienes trabajan en obras de construcción son hombres-.

2º La estructura empresarial del sector de la Construcción se caracteriza por su heterogeneidad y por su estabilidad. Basándonos en los datos del 2009, que son los últimos que ofrece el INE (2012) sobre la estructura empresarial española, el 42.29% de las empresas del sector tiene entre 1 y 9 trabajadores asalariados y un 9% del total de las empresas cuentan con más de 250 trabajadores. Con lo que el 49% restante son empresas de distintos tamaños.

3º El sector de la Construcción tiene un peso importante en la economía nacional que se ve aumentado aún más por dos características estructurales del sector (Carvajal, 2008): el efecto arrastre y los de estrangulamiento. La primera, el efecto “arrastre” sobre el resto de las actividades económicas, es debida a las compras que el sector realiza a sus proveedores que supone un estímulo de la producción nacional; y, la segunda, corresponde a los efectos de “estrangulamiento” que se producen a través de las ofertas en forma de ventas a terceros que utilizan su producción como intermediarios.

4º El hecho de que en cada obra intervienen factores específicos difícilmente controlables, la intervención de agentes muy diversos a lo largo de cualquier proceso constructivo, etc., analizadas en el epígrafe 2.1 de esta Memoria, hacen que el desempeño de la Seguridad y Salud en las obras de Construcción resulte ser una labor difícil. Creemos, pues, que estas características que singularizan al sector son las causas principales de que se den en él un número mayor de accidentes laborales en comparación con el resto de los sectores de actividades de producción económica.

5º El conjunto de circunstancias y situaciones propias del trabajo que originan los accidentes pueden dividirse en *causas humanas o causas técnicas*. Sin embargo, tras esta investigación podemos concluir que las causas fundamentales que originan la mayoría de los accidentes de trabajo en el sector de la Construcción son debidas a la existencia de condiciones inseguras que no son identificadas y, por tanto, no han sido controladas antes del comienzo de la ejecución de la obra o que, en su caso, son consecuencia de situaciones en las que se continúa con la actividad pese a conocer la existencia de una situación de inseguridad para los trabajadores. Igualmente, otra causa habitual que motiva la ocurrencia de los accidentes de trabajo en obras de construcción es realizar la actividad laboral sin emplear las medidas de seguridad que se han establecido como necesarias para desarrollar ese trabajo en cuestión (Abdelhammid & Everett, 2000).

6º Tras la revisión realizada, podemos afirmar que la normativa de Prevención de Riesgos Laborales en el Sector de la Construcción con la cual se trata de disminuir los índices de siniestralidad, es extensa y muy completa. Así mismo, lo es el número de organismos creados, y que también han sido identificados en nuestra investigación, tanto para hacer el seguimiento del tema como para ayudar a la mejora de la Prevención laboral. El origen de la normativa se encuentra la Directiva marco 89/391/CEE, que contiene disposiciones básicas sobre la organización de la Seguridad y Salud en el lugar de trabajo y las responsabilidades de los empresarios y los trabajadores. En España la normativa en Prevención de Riesgos Laborales en las obras de Construcción, se basa en cuatro pilares fundamentales, la Ley 31/95, el Real Decreto 39/97 y el Real Decreto 1627/97 y la Ley reguladora de la subcontratación 32/2006.

Para la toma de decisiones en la UE, en general, y en el procedimiento de codecisión, en particular, intervienen tres instituciones principales:

- El Parlamento Europeo, que representa a los ciudadanos de la UE y es elegido directamente por ellos.
- El Consejo de la Unión Europea, que representa a los Estados miembros.
- La Comisión Europea, que defiende los intereses de la Unión en su conjunto.

Este “triángulo institucional” elabora las políticas y leyes que se aplican en la UE. En principio, la Comisión propone las nuevas normas, pero son el Parlamento y el Consejo los que las adoptan.

Otras dos instituciones desempeñan un papel vital: el Tribunal de Justicia, que vela por el cumplimiento de la legislación europea, y el Tribunal de Cuentas, que controla la financiación de las actividades de la Unión.

Además de las instituciones citadas, la UE cuenta con diversos organismos que se ocupan de ámbitos especializados. Dentro de estos organismos hay que destacar la Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo (OSHA) también entre los servicios que ofrece la UE se encuentra la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (*Statistical Office of European Communities*), Eurostat. En España destacamos las siguientes instituciones cuya creación está regulada por la Ley 31/1995: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (Art. 8 Ley 31/1995) y la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (Art. 13 Ley 31/1995).

CUARTA

O.2.- Estudiar los costes de Seguridad y Salud en las empresas del sector de la Construcción.

Desde la revisión del estado de conocimiento que se presenta en el Capítulo 3, podemos concluir que:

1º Las consecuencias económicas de la siniestralidad laboral repercuten tanto en los trabajadores afectados como en las empresas y en la sociedad en su conjunto. Así lo ponen de manifiesto la mayoría de los trabajos realizados en el ámbito de los costes relacionados con la Seguridad y la Salud en las empresas (Brody *et al.*, 1990; Dorman, 2000; Jallon, 2011).

2º Debido a la complejidad en el cálculo de costes de los accidentes, como señala Andreoni (1986), los modelos diseñados tradicionalmente para el análisis de estos costes se habían limitado a una identificación y clasificación de los mismos, sin entrar en su distribución o asignación de forma que permitiera justificar la inversión en Prevención de riesgos (Riel e Imbeau, 1996, 1997, 1998). Además, según se desprende la Encuesta Nacional de la Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas⁸² (INSHT, 2009), la mayoría de las empresas encuestadas no disponen de información sobre el coste de la Seguridad y Salud, ni sobre el relativo a la Prevención, ni sobre el derivado de la ocurrencia del accidente, por lo que no pueden incorporar estas variables como claves para la gestión de la Prevención. Así pues, concluimos

⁸²Encuesta realizada a los responsables de empresas de diferentes sectores económicos, pertenecientes a todo el territorio nacional (a excepción de Ceuta y Melilla), que tenían, al menos, un trabajador dado de alta en la Seguridad Social. Entre ellas, en relación al objeto de nuestro trabajo, resulta destacable el grupo de 401 empresas que pertenecen al sector de la Construcción.

que resulta necesario que las empresas integren en sus sistemas de gestión: el cálculo, el análisis y el control de los costes de Seguridad y Salud, al objeto de mejorar sus sistemas de información para la toma de decisiones.

3º Los diferentes estudios, artículos científicos y documentación técnica consultada se centran, fundamentalmente, en el cálculo de los costes de la siniestralidad laboral que se generan tras la materialización de los accidentes de trabajo (San Román, 2009). Tras nuestro estudio, concluimos que podemos diferenciar entre métodos de cálculo de costes de accidentes laborales correspondientes a instituciones y organismos públicos y los que se incluyen en los trabajos de investigación científica. Los primeros se presentan en el Capítulo 2 y los segundos en el Capítulo 3 de esta Memoria.

QUINTA

O.3.- Analizar las características específicas del sector de la Construcción en relación con la siniestralidad laboral.

Para el O.3., se establecen los tres grupos de hipótesis siguientes: Grupo 3.0, Grupo 3.I y Grupo 3.II.

Grupo 3.0. Lo forman las hipótesis que relacionan el tamaño de las obras con los costes de la Seguridad. En este sentido, se parte de la siguiente hipótesis general: las obras con mayor dotación económica asumirán un mayor coste de la Seguridad. Se puede descomponer para su contraste en cuatro hipótesis.

Hipótesis 3.0.1: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor presupuesto del Plan de Seguridad y Salud.

Conclusión: De los resultados estadísticos se deduce que a mayor Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC), y por tanto Material (PEM), mayor es el presupuesto del Plan de Seguridad y Salud (PSS) de la obra. (Ver página 215)

Hipótesis 3.0.2: A mayor importe del presupuesto de Seguridad y Salud, mayores costes reales de prevención.

Conclusión: En las obras de la muestra de estudio, cuanto mayor es el importe del Plan de Seguridad y Salud mayor es el Coste de Prevención que asume la empresa por las medidas de la Prevención. (Ver página 215)

Hipótesis 3.0.3: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor peso relativo del presupuesto del Plan de Seguridad y Salud sobre presupuesto de ejecución material.

Conclusión: En efecto, en las obras de mayor PEM el peso relativo del importe del PSS frente al PEM, también es mayor. (Ver página 217)

Hipótesis 3.0.4: A mayor importe del presupuesto de ejecución material, mayor peso relativo del coste de la Prevención sobre presupuesto de ejecución material. Y también, en las obras de mayor PEM se asume un mayor coste de la Prevención frente al valor del PEM.

Conclusión: En las obras de mayor PEM se asume un mayor coste de la Prevención frente al valor del PEM. (Ver página 217)

Grupo 3.I. Lo forman las hipótesis que relacionan el número de accidentes en la obra con el número de trabajadores (propios, de empresas subcontratistas y totales) y con el número de empresas subcontratistas.

Hipótesis 3.I.1: A mayor número de trabajadores totales, mayor número de accidentes en la obra.

Conclusión: De la investigación se concluye que cuanto mayor es el número medio de trabajadores, mayor será el número de accidentes en la obra. (Ver página 217)

Hipótesis 3.I.2: A mayor número de trabajadores propios, mayor número de accidentes en la obra.

Conclusión: En la investigación se demuestra que esta hipótesis no se cumple. Hemos comprobado que el número de accidentes no está relacionado con el número medio de trabajadores propios en las obras. (Ver página 218)

Hipótesis 3.I.3: A mayor número de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratistas, mayor número de accidentes en la obra.

Conclusión: Cuanto mayor es el número de trabajadores subcontratados, mayor será el número de accidentes. (Ver página 218)

Hipótesis 3.I.4: A mayor número de empresas subcontratistas, mayor número de accidentes en la obra.

Conclusión: Cuanto mayor es el número de empresas subcontratistas, mayor será el número de accidentes. (Ver página 219)

Grupo 3.II. En este último grupo figuran las hipótesis que relaciona dos variables representativas del tamaño de la obra: el Presupuesto de Ejecución Material –en lo que sigue, PEM- y la baja de adjudicación, con la siniestralidad y sus costes.

Hipótesis 3.II.1: A mayor PEM, mayor número de accidentes.

Hipótesis 3.II.2: A mayor baja de adjudicación, mayor número de accidentes.

Conclusión: Ni en obras de mayor PEM ni en las de mayor baja de adjudicación el número de accidentes es mayor. (Ver página 220)

SEXTA

O.4.- Identificar las relaciones existentes entre los costes de Seguridad y Salud en la obra con los costes de la siniestralidad.

Para el O.4., se establecen cuatro grupos de hipótesis: Grupo 4.I, Grupo 4.II, Grupo 4.III y Grupo 4.IV.

Grupo 4.I. Lo forman el conjunto de las hipótesis que relacionan diferentes variables de coste con la siniestralidad laboral.

Hipótesis 4.I.1: A mayor coste de la Prevención, menor coste de los accidentes. En este caso la hipótesis inicial no se cumple ya que los resultados que se obtienen están en relación contraria a la que pretendíamos demostrar.

Concluimos, pues, que no es la correlación bivariante la prueba que mejor se adapta a estas variables y que debemos encontrar la influencia de otras realizando también otro tipo de análisis. (Ver página 222)

Hipótesis 4.I.2: A mayor presupuesto de Seguridad y Salud, menor número de accidentes.

Conclusión: Tampoco se cumple la hipótesis de partida. De nuevo se hace necesaria la consideración de otra, u otras, variables que afectan al fenómeno. (Ver página 222)

Hipótesis 4.I.3: A mayor presupuesto de Seguridad y Salud menor coste de los accidentes.

Conclusión: Tampoco se cumple la hipótesis de partida. De nuevo se hace necesaria la consideración de otra, u otras, variables que afectan al fenómeno. (Ver página 222)

Grupo 4.II. Comprende las hipótesis que relacionan el coste de la Prevención y el coste de los accidentes para cada fase de ejecución. En este sentido, puesto que las obras de la muestra que debe ser elegida para realizar el trabajo de campo de esta investigación se encontrarán en distintas fases de ejecución y, teniendo presente que en cada fase los riesgos y las medidas de protección varían, se pretende contrastar la siguiente hipótesis:

Hipótesis 4.II.1: A mayor coste de la Prevención en una fase de ejecución, menor coste de los accidentes en dicha fase.

Conclusión: Se ha comprobado que, en las fases de *estructura, instalaciones, cerramientos y urbanización*, a medida que aumenta el coste de prevención y disminuye el coste de los accidentes. Por tanto, se cumple la hipótesis 4.II. En estas fases se concentra el 69.66% de los accidentes totales y se soporta el 44.86% de los costes totales de la Prevención. (Ver página 226)

En el resto de fases no se cumple la hipótesis 4.II, sino que al aumentar el coste de la Prevención también aumenta el coste de los accidentes

Grupo 4.III. Está formado por las hipótesis que relacionan el número de accidentes con el coste derivado de los accidentes. En las obras en las que la siniestralidad es elevada los accidentes tienden a aumentar su gravedad (Heinrich, 1931), por lo que el coste de los mismos debería aumentar.

Hipótesis 4.III.1: A mayor número de accidentes, mayor coste de los mismos.

Conclusión: Esta hipótesis no se corrobora con esta investigación. (Ver página 228)

Grupo 4.IV. En este grupo se recogen las hipótesis que relacionan los costes de los accidentes de trabajo con el número de trabajadores (propios, subcontratistas y totales) y empresas subcontratistas. Del mismo modo que en el Grupo 3 de hipótesis, se analiza la relación entre los distintos tipos de contrato en las obras y los costes de la siniestralidad.

Hipótesis 4.IV.1: A mayor número de trabajadores totales, mayor coste de los accidentes en la obra.

Conclusión: En efecto, cuanto mayor es el número de trabajadores totales, mayor será el coste de los accidentes. (Ver página 229)

Hipótesis 4.IV.2: A mayor número de trabajadores propios, mayor coste de los accidentes en la obra.

Concluimos que, el número de trabajadores propios no aumentan el costes de los accidentes. (Ver página 229)

Hipótesis 4.IV.3: A mayor número de trabajadores pertenecientes a empresas subcontratistas, mayor coste de los accidentes en la obra.

Conclusión: Queda corroborada esta hipótesis. (Ver página 229)

Hipótesis 4.IV.4: A mayor número de empresas subcontratistas, mayor coste de los accidentes en la obra

Conclusión: En efecto, a mayor número medio de empresas subcontratistas en la obra, el coste de los accidentes es mayor. (Ver página 230)

SÉPTIMA

O.5.- Analizar los recursos preventivos y medidas preventivas por fases de ejecución y su relación con los costes de Seguridad y Salud y con los costes de la siniestralidad laboral.

Para el O.5., se establecen dos grupos de hipótesis: Grupo 5.I y Grupo 5.II.

Grupo 5.I. En este grupo de hipótesis se encuadran aquellas que relacionan los costes de la Prevención con el grado de avance de la obra, al objeto de comprobar si, a medida que la obra va ejecutándose, las medidas preventivas llevadas a cabo en la obra son menos costosas.

Hipótesis 5.I.1: A medida que avanza la obra, los costes de las medidas de protección son menores.

Conclusión: No es cierto, no disminuyen los costes de Seguridad y Salud a medida que aumenta el porcentaje de obra ejecutada. (Ver página 230)

Grupo 5.II. Lo forman las hipótesis que relaciona los costes de los accidentes con el grado de avance de la obra.

Hipótesis 5.II.1: A mayor grado de avance, mayor coste de los accidentes.

Conclusión: En efecto, el coste de los accidentes es mayor conforme avanza la obra. (Ver página 231)

OCTAVA

O.6.- Analizar la repercusión de las sanciones administrativas en materia de Prevención de Riesgos Laborales sobre la siniestralidad en obras de Construcción.

Para el O.6., se establece el siguiente grupo de hipótesis: Grupo 6.

Grupo 6. Hipótesis que relacionan las sanciones y la siniestralidad al objeto de comprobar si, en efecto, una disminución en las medidas de protección supone una infracción administrativa y, por otro lado, comprobar si las sanciones disminuyen la posibilidad de que ocurra un accidente. Debido a que únicamente hemos recogido dos sanciones de la Inspección de Trabajo en la muestra de obras sobre la cual estamos basando nuestra investigación, no es posible realizar el contraste.

Hipótesis 6.1: A mayor número de sanciones menor número de accidentes en la obra.

Hipótesis 6.2: A mayor coste de las sanciones (es decir si la sanción es leve, grave o muy grave) menor número de accidentes en la obra.

Conclusión: Como se ha puesto de relieve a través del análisis bivalente, sólo se consigue relación significativa entre las variables analizadas en diez de las veinte hipótesis contrastadas. En este sentido, y a nuestro juicio, se puede afirmar que la ocurrencia de los accidentes y su coste constituyen problemas complejos que no dependen de una única variable. Estas conclusiones resultan coherentes con los resultados obtenidos por otros investigadores como Abdelhamid y Everett (2000), Gibb *et al.* (2001), Gibb *et al.* (2006), o Haslam *et al.* (2005), entre otros. (Ver página 231)

El modelo predictivo que mejor se adapta a los datos de nuestra muestra es la distribución de Poisson truncada, ya que AIC y BIC son los de menor valor absoluto. Y, según esta distribución, el número de accidentes varía, positivamente, con el número de trabajadores, la media de empresas subcontratistas, con el número de empresas subcontratistas y el presupuesto de Seguridad y Salud en tanto que varían, negativamente, con el coste de prevención y con el Grado de Avance, tal como recoge la expresión:

$$N^{\circ} \text{ de accidentes} = 0.005W + 0.047\overline{SC} - 0.029PC + 0.919SB - 0.030P^2$$

Donde:

W : nº total de trabajadores.

\overline{SC} : media de empresas subcontratistas

PC : Coste de la Prevención.

SB : Presupuesto de Seguridad y Salud.

P^2 : Grado de Avance.

Una vez estimado el número de accidentes en una obra, se podrá estimar su coste, lo que permitirá calcular el coste total de Seguridad y Salud en la obra, al sumarle el coste de la Prevención (según el modelo propuesto). De este modo, los gestores dispondrán de una herramienta adecuada para la obtención de información útil para la adopción de decisiones en materia de Prevención en las obras del sector de la Construcción.

NOVENA

O.7.- Proponer la identificación y clasificación de los costes de la Seguridad y Salud.

Para alcanzar los objetivos 7 y 8 se ha desarrollado una metodología de clasificación y control de los costes de la Seguridad y Salud en obras de la Construcción que ha dado lugar a un nuevo modelo para su cálculo y control que bajo las siglas: CSS_PEI2012, como resultado principal de esta investigación.

A pesar de los esfuerzos en las investigaciones sobre el cálculo y control de los costes de Seguridad y Salud, estos no constituyen aún una práctica común en las empresas. Tras el tratamiento estadístico realizado, comprobamos la necesidad de recoger y analizar datos de costes relacionados con la Seguridad y Salud, al objeto de optimizar la toma de decisiones en el ámbito empresarial en materia de Prevención de Riesgos Laborales, de ahí que, se presente la *definición y clasificación de los costes* siguiente:

Definimos los costes relacionados con la Seguridad y Salud para las empresas en las obras de Construcción como el valor del consumo de los factores productivos de bienes y servicios, llevado a cabo en la realización de todas aquellas acciones desarrolladas en la empresa para

mejorar las condiciones de trabajo y minorar la siniestralidad en las obras de Construcción, así como el derivado de la ocurrencia de incidentes y/o accidentes.

Los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las empresas los clasificamos en:

Coste de Seguridad y Salud. Lo componen aquellos costes derivados de garantizar la Seguridad y Salud en la empresa; es decir, el valor del consumo de factores productivos necesario para llevar a cabo todas las acciones preventivas que realice la empresa, tanto las abordadas de forma voluntaria como aquellas otras que desarrolle por imperativo legal. Dentro del coste de Seguridad y Salud podemos diferenciar entre coste de la Prevención y coste de evaluación y seguimiento.

Coste de la Prevención. Es la suma del coste que la empresa asume para dar cumplimiento legal a los requerimientos empresariales en materia preventiva, del coste de todas las medidas necesarias para la implementación de las medidas de la Prevención de Riesgos Laborales en las obras de Construcción y del coste de las medidas necesarias para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud en los distintos ámbitos del trabajo que se desarrolla.

Coste de la evaluación y seguimiento. Comprende los costes derivados de las actuaciones que la empresa emprenda para la comprobación y el mantenimiento, en estado adecuado, de las medidas de Seguridad y Salud de la empresa, en cada una de las facetas del trabajo que desarrolle, con el objetivo de que se reduzcan o minimicen las situaciones de riesgo de accidente o enfermedad profesional en el desarrollo de las actividades propias de la misma.

Coste de no Seguridad y Salud. Es el resultado de sumar aquellos costes derivados de no garantizar la Seguridad y Salud en la empresa; es decir, los costes que la empresa asuma como consecuencia de la siniestralidad, así como aquellos otros que puedan surgir por incumplimientos de la normativa en materia de Seguridad y Salud. A su vez, distinguimos entre costes tangibles y costes intangibles de no Seguridad y Salud.

Costes tangibles de no Seguridad y Salud. Son aquellos que pueden identificarse con el accidente que los ha ocasionado y cuya expresión cuantitativa puede realizarse recurriendo a la metodología de cálculo convencional. Recogen, por consiguiente, todos aquellos costes que puedan relacionarse con los incumplimientos normativos en materia de Seguridad y Salud, así como aquellos otros que se deriven de la ocurrencia de cualquier tipo de accidente en la empresa, tales como:

accidentes con lesiones, con o sin baja;

accidentes que produzcan pequeñas lesiones (pequeños cortes, contusiones rasguños, etc.), que se solucionen con una cura de botiquín;

accidentes que, sin haber causado lesiones de ningún tipo, sean potenciales de causarlas, si se vuelve a repetir el suceso que los ha provocado;

accidentes con daños materiales;

accidentes que impliquen un paro significativo en el proceso productivo;

incidentes que supongan un tiempo perdido significativo;

y, por último, el coste de las enfermedades profesionales.

Costes intangibles de no Seguridad y Salud. Corresponden a aquellos costes que se caracterizan por su frecuente exclusión del cómputo y registro en el sistema contable convencional de la empresa. Generalmente, para su estimación hay que recurrir a hipótesis sobre la relación funcional que mantienen con los factores que los ocasionan (Requena & Vera, 2009). Siguiendo a Gosellin (2004), los costes intangibles de la siniestralidad son aquellos costes que no son medibles en términos económicos o de los que no se dispone de índices de funcionamiento capaces de medir su repercusión en la organización, tales como pérdida de imagen de la empresa, baja moral de los trabajadores, conflictos laborales o pérdida de mercado.

Costes extraordinarios. En esta categoría se incluyen todas aquellas pérdidas que se generan por sucesos inalcanzables a la gestión técnica o humana de las obras de Construcción o los que son irremediables, como las catástrofes. A nuestro juicio, esta categoría de costes recoge todas las partidas de coste que quedan fuera del alcance y del control de los responsables de la gestión, por lo que se configuran como costes incontrolables, no pudiendo ser recogidos en un modelo estructurado para el control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en la empresa.

DÉCIMA

O.8.- Desarrollar un modelo de cálculo y control de los costes de la Seguridad y Salud.

Para concienciar a las empresas constructoras de la importancia de controlar los costes, creemos necesaria la identificación de su repercusión, así como el cálculo sistemático de los mismos de un modo sencillo y eficaz (Sun *et al.*, 2005).

La integración de la Prevención en el conjunto de las actividades y de las decisiones de la empresa, no sólo es necesaria como consecuencia de una obligación legal, tal como se establece en el artículo 1º del Reglamento de los Servicios de la Prevención (Real Decreto 39/97), sino que, como un proceso más, es imprescindible dentro del desarrollo de la misma. Al igual que otros sistemas de gestión, requiere de la elaboración de información contable adecuada para la toma de decisiones de los responsables.

El control de los costes que se generan en los procesos de la Prevención, resulta fundamental para la gestión en las empresas constructoras. La integración de los costes de la Prevención en el sistema de gestión contable de la empresa permite la obtención del coste de las actividades preventivas establecidas para la ejecución de las obras de Construcción. Su cálculo se hace fundamental para la empresa constructora al posibilitar la eficaz imputación de tales costes a los *outputs* de la Prevención, que constituyen objetos de cálculo adecuados para la gestión de los costes que generan.

El modelo de control de los costes relacionados con la Seguridad y Salud⁸³, contiene los siguientes ítems:

Conseguir el respaldo y la concienciación de la organización. En esta fase se planifican, con el compromiso y apoyo de la dirección, los recursos técnicos y humanos necesarios para la implantación.

Diseñar conceptualmente el coste de Seguridad y Salud. En esta fase se definen los costes de Seguridad y Salud para la empresa; se identifican las categorías de coste, así como las fuentes de

⁸³ Puede comprobarse también la aportación de Morse *et al.* en el año 1987 para los costes de calidad.

información desde las que se obtendrá los costes de cada categoría, como hemos hecho en el epígrafe 6.2.

Desarrollar los procedimientos de implantación. En esta fase se establecen los procedimientos necesarios para recopilar la información, procesar los datos y distribuir los informes e indicadores asociados.

Implantar. En esta fase se hace extensivo el modelo a la organización.

Evaluación y seguimiento. Con la periodicidad recogida en los procedimientos de implantación, se planificarán los informes necesarios para comprobar la implantación y la evolución del control de los costes en la organización, así como las posibles mejoras y la temporalización de los mismos.

Con el desarrollo de este modelo, la empresa dispone de información real obtenida de su propia estructura de costes a lo largo de los años. Este modelo estructurado pretende servir de apoyo a las decisiones empresariales, de modo que permita el suministro regular de información de los costes de Seguridad y Salud destinada a la organización como parte del sistema de contabilidad de gestión. Así mismo, contará también con otra información económica relevante más focalizada en las distintas áreas de la empresa y sus destinatarios que se adaptará en cada momento a la empresa en que se aplique.

De la aplicación del modelo a una de las obras se concluye que, la gestión de la Prevención en las obras del sector de la Construcción se mejora notablemente, especialmente en la vertiente de gestión económica de las empresas constructoras. Pero no es menos cierto que también ayuda a reducir la siniestralidad laboral que no se derive meramente del azar, y por ello sea imprevisible. Si se contribuye a disminuir el número de accidentes en obras de Construcción, no sólo se están minimizando costes y maximizando beneficios empresariales sino que se está realizando una intervención social que es del todo invaluable por lo que supone de dignificación de los trabajadores al mejorar sustancialmente las condiciones y el entorno de trabajo en obra

Para conocer el impacto de cada actuación, la dirección de la empresa necesita indicadores que reflejen no sólo la situación global, sino también aspectos particulares de las actuaciones preventivas para conocer así el impacto de cada una en el resultado final. Se presentan, para ello, indicadores monetarios y no monetarios. La información derivada del estudio de estos indicadores debe ser comprensible, sencilla y manejable, para facilitar la comunicación de la misma en todos los niveles de la organización empresarial y contribuir a su desarrollo (Miyakawa, 2011).

UNDÉCIMA

Dado que existe un alto número de enfermedades profesionales –que, en este caso, se manifiestan mediante lesiones músculoesqueléticas- que hasta ahora no había obligación de contemplar en la gestión empresarial de la Prevención de Riesgos Laborales ni en los costes relacionados con la Seguridad y Salud, al menos, la jurisprudencia referenciada en este Capítulo hace que sea necesario incluirlos a partir de ahora. De esta forma, creemos que se vería reducido el número de lesiones músculoesqueléticas en los trabajadores del sector de la Construcción por los efectos de las vibraciones producidas por maquinaria y herramientas de mano y, en su caso, los costes derivados de este tipo de accidentes laborales.

8.2 Futuras líneas de investigación.

Una vez concluida la presentación de la investigación objeto de esta Memoria de tesis, procede finalizar presentando aquellos aspectos que han ido apareciendo a lo largo de la misma y que al no formar parte de los objetivos planteados en el Capítulo 1 se relacionan como futuras líneas de investigación que quedan abiertas.

1ª. Dado que las empresas adjudicatarias de las obras que forman parte de la muestra descrita en el Capítulo 4 están consideradas como “grandes” (cuentan con, al menos, 250 trabajadores) del sector de la Construcción, parece oportuno analizar los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las “pequeñas” y “medianas” empresas del sector (PYMES) a las que, por otro lado, corresponde el mayor porcentaje del tejido empresarial. Este análisis tendrá como objetivo identificar y clasificar dichos costes.

2ª Una vez identificados y clasificados los costes relacionados con la Seguridad y Salud en las PYMES, la comprobación de que el nuevo modelo de gestión empresarial CSS_PEI2012 es, o no, de aplicación en dichas empresas. Si la respuesta fuese negativa, se procedería a desarrollar un nuevo modelo de gestión empresarial de los costes relacionados con la Seguridad y Salud para PYMES.

3ª En la clasificación de los costes relacionados con la Seguridad y Salud en grandes empresas del sector de la Construcción hecha en el Capítulo 6 de esta Memoria de tesis queda de manifestó la conveniencia del estudio más pormenorizado de los llamados costes “intangibles” (pérdida de mercado, pérdida de imagen, deterioro del clima de trabajo,...) y establecer la comparación con los costes ya estudiados.

4ª Dentro de la filosofía popular de que “es mejor prevenir que curar”, parece conveniente iniciar la reducción de costes relacionados con la Seguridad y Salud en obras de construcción desde la fase de definición del Proyecto de obra dentro de la línea de investigación Prevention through Design. (PTD). Para ello se requiere la inclusión de los costes reales en el Proyecto.

5ª El desarrollo de una metodología que permita analizar los beneficios empresariales derivados de la inclusión en el sistema de gestión empresarial del modelo CSS_PEI2012.

6º Estudiar, mediante una investigación basada en técnicas cualitativas (encuestas, entrevistas y focus groups), el grado de percepción de los trabajadores de las empresas del sector de la Construcción en las cuales se aplica el modelo CSS_PEI2012. De este modo se podría determinar la efectividad y utilidad de los recursos destinados a la Prevención de Riesgos Laborales.

7ª Dado el elevado número de trabajadores en obras de construcción que padecen lesiones músculoesqueléticas por causa de la maquinaria y herramientas de mano que producen vibraciones nocivas para su organismo, se hace necesario abrir una línea de investigación para estudiar el grado de afectación de zonas diferentes del cuerpo diferentes al binomio mano-brazo cuyo estudio ha sido presentado en el Capítulo 7 de esta Memoria de tesis. El análisis realizado debe extenderse a maquinaria pesada.

8ª En las conclusiones del Capítulo 7 se afirma que las lesiones músculoesqueléticas causadas por la maquinaria y herramientas de mano en obras de construcción que producen vibraciones nocivas para el organismo de los trabajadores deben considerarse accidentes laborales ya que así se desprende de la jurisprudencia consultada. En consecuencia, sería conveniente actualizar el cuadro de enfermedades profesionales y la consideración de los accidentes laborales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- “Built-in safety”, 2008, *Safety and Health*, vol. 177, n° 3, pp. 38-41.
- “Contractual obligations”, 2006, *Safety and Health*, vol. 174, n° 1, pp. 38-40.
- “Here's help for evaluating safety and health changes”, 2004, *AFE Facilities Engineering Journal*, vol. 31, n° 3, pp. 17-22.
- “How much are health and safety failures costing?”, 2002, *Management Services*, vol. 46, n° 6, pp. 5.
- “Insurance plan cuts costs”, 1996, *ENR (Engineering News-Record)*, vol. 236, n° 17, pp. 17.
- “Reducing costs, improving health and safety”, 2003, *Foundry Trade Journal*, vol. 177, n° 3602, pp. 23.
- “Wanton Disregard of Safety Rules Should Be A Felony”, 2006, *ENR (Engineering News-Record)*, vol. 257, n° 16, pp. 72.
- Aaltonen, M. & Soderqvist, A. 1988, “Costs of accidents in the furniture industry - A Nordic study”, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, vol. 14, n° SUPPL. 1, pp. 103-104.
- Aaltonen, M.V.P., Uusi-Rauva, E., Saari, J., Antti-Poika, M., Räsänen, T. & Vinni, K. 1996, “The accident consequence tree method and its application by real-time data collection in the Finnish furniture industry”, *Safety Science*, vol. 23, n° 1, pp. 11-26.
- Abdelhamid, T.S. & Everett, J.G. 2000, “Identifying root causes of construction accidents”, *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 126 (1), pp. 52-60.
- Abowitz, D.A. & Toole, T.M. 2010, “Mixed method research: Fundamental issues of design, validity, and reliability in construction research”, *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 136, n° 1, pp. 108-116.
- Abudayyeh, O., Fredericks, T.K., Butt, S.E. & Shaar, A. 2006, “An investigation of management's commitment to construction safety”, *International Journal of Project Management*, vol. 24, n° 2, pp. 167-174.
- Adams, S. 2006, “Saving Money by Becoming a Highly Protected Risk”, *Occupational Health & Safety*, vol. 75, n° 12, pp. 36.
- AENOR, 1996. “Norma UNE 81902:1996 EX: Prevención de Riesgos Laborales. Vocabulario”, Madrid.
- AENOR, 1998. “Norma UNE-EN 12096: Vibraciones mecánicas. Declaración y verificación de los valores de emisión vibratoria”, Madrid.
- Agarwal, P. & Everett, J.G. 1997, “Strategies for construction contractors to reduce workers' compensation costs”, *Journal of Management in Engineering*, vol. 13, n° 5, pp. 70-75.
- Al-Mufti, M.A. 1999, “Promotion of health and safety culture through accident cost awareness”, *Implementation of Safety and Health on Construction Sites; 2nd International Conference of CIB Working Commission W99*, eds. A. Singh, J. Hinze & R.J. Coble, A A BALKEMA PUBLISHERS, LEIDEN; SCHIPHOLWEG 107C, PO BOX 447, 2316 XC LEIDEN, NETHERLANDS, MAR 24-27, 1999, pp. 147.
- Ale, B.M.J., Baksteen, H., Bellamy, Bloemhof, A., Goossens, L., Hale, A. & et al 2008, “Quantifying occupational risk: The development of an occupational risk model”, *Safety Science*, vol. 46, n° 2, pp. 176-185.
- Alexander, J. 1988, “The ideological construction of risk: An analysis of corporate health promotion programs in the 1980s”, *Social Science and Medicine*, vol. 26, n° 5, pp. 559-567.

- Amador-Rodezno, R. 2005, "An overview to CERSSO's self evaluation of the cost-benefit on the investment in occupational safety and health in the textile factories: "a step by step methodology", *Journal of Safety Research*, vol. 36, n° 3, pp. 215-229.
- Amerigo Cuervo-Arango, M. 1993, *Boletín de ANABAD*, ANABAD.
- Ander-Egg, E., 1987, "Técnicas de investigación social" Ed. Humanitas.
- Andreoni, D. 1973, "Prevention of occupational accidents and disease in different countries. Organizational outlines", *Securitas*, vol. 58, n° 2-3, pp. 117-194.
- Andreoni, D. 1973, "Trend of the industrial accident incidence reported to the insurance institutes in several countries during 1965-1971", *Securitas*, vol. 58, n° 11-12, pp. 1109-1143.
- Andreoni, D. 1974, "A decisive step towards improvement in conditions for safety and hygiene of workplaces in Germany", *Securitas*, vol. 59, n° 5-6, pp. 379-381.
- Andreoni, D. 1975, "Modern methods for the research and evaluation of occupational hazards aimed at the development of safety measures at occupational sites and shops and at the homologation of working equipment", *Securitas*, vol. 59, n° 11-12, pp. 797-810.
- Andreoni, D. ed 1986, "The Cost of Occupational Accidents and Diseases", *Occupational Safety and Health Diseases Edn. International Labour Office*, Geneve. 8, n° 4, pp. 205-223.
- Andriessen, J.H.T.H. 1978, "Safe Behaviour And Safety Motivation", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 1, pp. 363-376.
- Ang, A.H., Lee, J.-. & Pires, J.A. 1997, "Cost-effectiveness evaluation of design criteria", *Proceedings of the 1997 International Workshop on Optimal Performance of Civil Infrastructure Systems* ASCE, New York, NY, United States, 12 April 1997 through 12 April 1997, pp. 1.
- Arboleda, C.A. & Abraham, D.M. 2004, "Fatalities in trenching operations-analysis using models of accident causation", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 130, n° 2, pp. 273-280.
- Arciszewski, T., Michalski, R.S. & Dybala, T. 1995, "STAR methodology-based learning about construction accidents and their prevention", *Automation in Construction*, vol. 4, n° 1, pp. 75-85.
- Ashford, N.A. 1980, "Limits Of Cost-Benefit Analysis In Regulatory Decisions", *Technology review*, vol. 82, n° 6, pp. 70-72.
- Ashford, N.A. 1981, "Alternatives to cost-benefit analysis in regulatory decisions.", *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 363, pp. 129-137.
- Ashford, N.A. 2004, "Implementing the Precautionary Principle: Incorporating science, technology, fairness, and accountability in environmental, health, and safety decisions", *International journal of occupational medicine and environmental health*, vol. 17, n° 1, pp. 59-67.
- Atkins, A., 1984, "Safety Training Saves Lives And Money For Contractors.", *Highway & heavy construction*, vol. 127, n° 3, pp. 66-67.
- Ayati, E. & Shahidian, M. 2007, "Safety and cost-effectiveness of clear zones in Iran", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport*, vol. 160, n° 1, pp. 19-26.
- Azofra, M.J., 1999, "Cuestionarios", *Centro de Investigaciones Sociológicas*, Madrid.

- Bailey, S, Jørgensen, K, Koch, C, Krüger, W & Litske H 1995, 'An Innovative Economic Incentive Model for Improvement of the Working Environment in Europe', Luxemburg, Office for Official Publications of the European Communities, viewed 20 August 2008, <<http://www.eurofound.europa.eu/pubdocs/1995/18/en/1/ef9518en.pdf>
- Baker, R.F. & Taylor, D.C., 1981, "A Conceptual Framework for the Analysis of Proposed Cost Effectiveness Improvement Projects in the Construction Industry", American Association of Cost Engineers. Transactions of the American Association of Cost Engineers, , pp. A.2.1.
- Balfour, A.J.C., 1981, "The medical investigation of accidents", Journal of Occupational Accidents, vol. 3, n° 3, pp. 187-193.
- Bauer, T.K. & Haisken-Denew, J.P., 2001, "Employer learning and the returns to schooling", Labour Economics, vol. 8, n° 2, pp. 161-180.
- Baxendale, T. & Jones, O., 2000, "Construction design and management safety regulations in practice—progress on implementation", International Journal of Project Management, vol. 18, n° 1, pp. 33-40.
- Bender, W.J., 2004, "Simplified risk assessment for construction clients", 2004 AACE International Transactions - 48th AACE International Annual Meeting, 13 June 2004 through 16 June 2004, pp. RISK.05.1.
- Benner, L., 1985, "Rating accident models and investigation methodologies", Journal of Safety Research, vol. 16, n° 3, pp. 105-126.
- Bentil, K.K., 1990, "Construction site safety. A matter of life and costs", Cost Engineering (Morgantown, West Virginia), vol. 32, n° 3, pp. 7-10.
- Bergström, M., 2005, "The potential-method-an economic evaluation tool", Journal of Safety Research, vol. 36, n° 3, pp. 237-240.
- Bertalanffy, L., 1968, (ed.) General system theory: Foundations, development, applications George Braziller (Rev. ed). New York.
- Bestratén Bellovi, M., 1996, "Criterios para el análisis de costes en prevención", Salud y trabajo, , n° 117, pp. 23-30.
- Bestraten, M. & Turmo, E., 1982, "NTP 001: Estadísticas de accidentabilidad en la empresa", Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Madrid.
- Bestraten, M., Gil Fisa, A. & Piqué, T., 2001, "NTP 594: La gestión integral de los accidentes de trabajo (III): costes de los accidentes", INSHT, Madrid.
- Biga, N. & Abrantes, V., 2005, "Monitoring construction quality management systems: Quality cost-benefit analysis", International Journal for Housing Science and Its Applications, vol. 29, n° 3, pp. 179-189.
- Bird, F., 1974, "Loss Control Management", Institute Press. Loganville, Ga.
- Bird, F.E. & Germain, G.L., 1985, Practical Loss Control Leadership, International Loss Control Institute, Georgia (USA).
- Birkner, E.C., 1974, "Cheaper to Build Detached", Professional Builder & Apartment Business, vol. 39, n° 11, pp. 61.
- Blanco, F., 2000, "Rentabilidad de las inversiones en medidas y equipos de seguridad", Revista Nueva Protección, Asociación de Empresas de Equipos de Protección Personal (ASEPAL), vol. 22, pp. 9-10.

- Brody, B., Létourneau, Y. & Poirier, A. 1990, "An indirect cost theory of work accident prevention", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 13, n° 4, pp. 255-270.
- Burns, N. & Grove, S.K., 2007, "Understanding Nursing Research, building an Evidence-Based Practice 4th Edition", Saunders, St. Louis, Missouri.
- Cameron, I., & Duff, R., 2007, "Use of the Performance Measurement and Goal Setting to Improve Construction Manager's Focus on Health and Safety", *Journal of Construction Management and Economics*, vol. 25, n° 8, pp. 869-881.
- Cameron, I., Duff, R., & Hare, B., 2004, "Integrated gateways: planning out health & safety risk". HSE.
- Camino López, M.A., Ritzel, D.O., Fontaneda, I. & González Alcantara, O.J. 2008, "Construction industry accidents in Spain", *Journal of Safety Research*, vol. 39, n° 5, pp. 497-507.
- Camm, T. & Girard-Dwyer, J., 2004, "Economic consequences of mining injuries", 2004 SME Annual Meeting Preprints, 23 February 2004 through 25 February 2004, pp. 229.
- Carvajal, G., 2008, "Modelo De Cuantificación De Riesgos Laborales En La Construcción: Ries-Co", Universidad Politécnica de Valencia.
- Castells, J., 2004, "Los costes empresariales de la Prevención", *Revista Foment del Treball*, no 2106, 2004/2, Foment del Treball Nacional, pp: 19-26.
- Choi, T.N.Y., Chan, D.W.M. & Chan, A.P.C., 2011, "Perceived benefits of applying Pay for Safety Scheme (PFSS) in construction - A factor analysis approach", *Safety Science*, vol. 49, n° 6, pp. 813-823.
- Chua, D.K.H. & Goh, Y.M., 2005, "Poisson model of construction incident occurrence", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 131, n° 6, pp. 715-722.
- Coble, R.J. & Blatter Jr., R.L., 1999, "Concerns with safety in design/build process", *Journal of Architectural Engineering*, vol. 5, n° 2, pp. 44-48.
- Cook, D.D., 1978, "Can Construction Build a New Tradition?", *Industry Week*, vol. 199, n° 4, pp. 48.
- Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17th May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC, 2006. The Official Journal of the European Communities.
- Directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25th June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure to workers to the risks arising from physical agents (vibration), 2002. The Official Journal of the European Communities, 45, EC, 13-19.
- Cortés Díaz, J.M., 2007, "Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales: seguridad e higiene en el trabajo. 9ª act", Edn. Tébar. Madrid.
- Cotton, A.P., Sohail, M. & Scott, R.E. 2005, "Towards improved labour standards for construction of minor works in low income countries", *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 12, n° 6, pp. 617-632.
- Crangle, T.F., 1998, "'Zero injury' safety program implementation as related to current construction industry financial risk management: A success story", *Proceedings of the 1998 8th International Conference on Transmission & Distribution Construction, Operation & Live-Line Maintenance*, ESMO, ed. Anon, IEEE, Piscataway, NJ, United States, 26 April 1998 through 30 April 1998, pp. 108.

- Creswell, J. W., 2009, "Research Design – Qualitative, Quantitative, and Mixed. Methods Approaches". Sage Publications, Inc., Thousand Oaks, California.
- De Saram, D.D. & Tang, S.L., 2005, "Pain and suffering costs of persons in construction accidents: Hong Kong experience", *Construction Management and Economics*, vol. 23, n° 6, pp. 645-658.
- Delgado Gómez, A., 1991, "El sector de la construcción y el nuevo Plan General de Contabilidad", Ed. Ciss Praxis en Partida Doble, no 17, Valencia.
- Della-Giustina, D., 1991, "Safety in the construction industry", *Construction Congress '91*, ed. Chang Luh-Maan, Publ by ASCE, New York, NY, United States, 13 April 1991 through 16 April 1991, pp. 777.
- Diehl, A.E., 1974, "Computer Simulation Model To Analyze Occupational Safety And Health Problems And Countermeasures.", pp. 92-95.
- Doran, D. & Quinion, D., 2005, "From design to construction with assured quality and safety", *Structural Engineer*, vol. 83, n° 15, pp. 15-17.
- Dorman, P., 1998, "Internalizing the costs of occupational injuries and illnesses: Change or chimera?", , pp. 13-35.
- Dorman, P., 2000, "The Economics of Safety, Health, and Well-Being at Work: An Overview" InFocus Program on SafeWork, International Labour Organisation The Evergreen State College, Washington.
- Dressel, G., 1976, "Organización de la empresa constructora". Ed. Editores Técnicos Asociados, Barcelona.
- Drummond, M.F., O'Brien, B.J., Stoddart, G.L. & Torrance, G.W., 1987, "Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes", Oxford University Press, Oxford.
- Drummond, M.F., Sculpher, M.J., Torrance, G.W., O'Brien, B.J., & Stoddart, G.L., 2005, "Methods for the economic evaluation of health care programmes", Oxford University Press, Oxford.
- Ehnes, H., 2002, "Safety at work: An unnecessary cost factor or an indispensable company goal?", *Betonwerk und Fertigteil-Technik/Concrete Precasting Plant and Technology*, vol. 68, n° 2, pp. 142-144.
- Emmons, J., 2006, "Safety is important to an owner", *Concrete Construction - World of Concrete*, vol. 51, n° 7, pp. 18-22.
- ESAHW, 2008, "Risk assessment - the key to healthy workplaces", Facts- sheet 81, European Agency for Safety and Health at Work EASHW, Bruselas. osha.europa.eu/en/publications/factsheets/81/.
- ESENER, 2009, "European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks. Managing safety and health at work", European Agency for Safety and Health at Work. Publications Office of the European Union. Luxembourg.
- EU-OSHA – European Agency for Safety and Health at Work, 2002, "The Use of Occupational Safety and Health Management Systems in the Member States of the European Union — Experiences at company level", Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work, 2004, "Cost-benefit-analysis of economic incentives at nacional level" E-fact 50, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

- EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work, 2009, "The Use of Occupational Safety and Health Management Systems in the Member States of the European Union — Experiences at company level", Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- EU-OSHA - European Agency for Safety and Health at Work, 2009, "Occupational safety and health and economic performance in small and medium-sized enterprises: a review" Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EUROFOUND, 2012, "Fifth European Working Conditions Survey", Publications Office of the European Union. Luxembourg. doi:10.2806/34660 ISBN 978-92-897-1062-6.
- European Commission, 2005, "Evaluation website of the Directorates – General Development, External Relations and EuropaAid", Bruselas, retrieved June 2011 from <http://ec.europa.eu/>
- European Commission, 2007, "Improving quality and productivity at work: strategy 2007-2012 on Health and safety at work". Bruselas.
- European Community, 2007, "Estrategia comunitaria de salud y seguridad en el trabajo (2007-2012)", Bruselas.
- Eurostat, 2004, "Statistical analysis of socio-economic costs of accidents at work in the European Union", Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-CC-04-06/EN/KS-CC-04-006-EN.PDF
- Everett, J.G. & Thompson, W.S., 1995, "Experience modification rating for workers' compensation insurance", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 121, n° 1, pp. 66-79.
- Everett, J.G. & Frank Jr., P.B., 1996, "Costs of accidents and injuries to the construction industry", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 122, n° 2, pp. 158-164.
- Fellows, R., Langford, D., Newcombe, R., & Urry, S., 2002, "Construction Management in Practice 2ª Ed". Blackwell Science Ltd, Oxford. Gran Bretaña.
- Ferret, E.D & Hughes, P., 2007, "Introduction to Health and Safety in Construction. 2nd Edition", Elsevier Ltd. Gran Bretaña.
- FIEC, 2009, "Construction in Europe: Key Figures 2008", Retrieved June 2009, from <http://www.fiec.org/Content/Default.asp?PageID=14>
- Gallup, G., 1935, "The Gallup Poll: Public Opinion edn." 1935-1971.
- Gambatese, J.A. 2000, "Safety in a designer's hands", *Civil Engineering*, vol. 70, n° 6, pp. 56-59.
- Gambatese, J.A., 2000, "Owner involvement in construction site safety", *Construction Congress VI: Building Together for a Better Tomorrow in an Increasingly Complex World*, 20 February 2000 through 22 February 2000, pp. 661.
- Gambatese, J.A., Behm, M. & Hinze, J.W. 2005, "Viability of designing for construction worker safety", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 131, n° 9, pp. 1029-1036.
- Gambatese, J.A., Behm, M., Rajendran, S., 2008, "Design's role in construction accident causality and prevention: Perspectives from an expert panel", *Safety Science*, vol. 46, pp. 675-691.
- García Ferrando, M., Ibañez, J., & Alira, F., 1986. "La encuesta. Eds.", Madrid.

- García Herrero, S.; Mariscal Saldaña, M.A., 2002, “La gestión de la seguridad total. Un modelo para la gestión y auto evaluación de la seguridad laboral”. Ed. Universidad de Burgos, Burgos.
- Gavious, A., Mizrahi, S., Shani, Y. & Minchuk, Y., 2009, “The costs of industrial accidents for the organization: Developing methods and tools for evaluation and cost–benefit analysis of investment in safety”, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 22, n° 4, pp. 434-438.
- Gebken II, R.J. & Gibson, G.E., 2006, “Quantification of costs for dispute resolution procedures in the construction industry”, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 132, n° 3, pp. 264-271.
- Gervais, R.L., Pawlowska, S., Kouvonen, A., Karanika-Murray, M., Bojanowski, R., Broek, K., Greef, M., 2009, “Occupational safety and health and economic performance in small and medium-sized enterprises: a review. European Agency for Safety and Health at Work. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- Gibb, A., Haslam, R., Gyi, D., Hide, S. & Duff, R., 2006, “What causes accidents?”, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, vol. 159, n° 2 SPEC. ISS., pp. 46-50.
- Gibb, A., Hide, S., Haslam, R. & Hastings, S., 2001, “Identifying the Root Causes of Construction Accident- Discussions”, *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 127, n°4, pp. 3 – 5.
- Gibb, A., Hide, S., Haslam, R., Hastings, S., Suraji, A., Duff, A.R., Abdelhamid, T.S. & Everett, J.G., 2001, “Identifying root causes of construction accidents”, *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 127, n° 4, pp. 348-349.
- Gibb, A.G.F. & Foster, M., 1996, “Safety Motivation: Evaluation of Incentive Schemes”, *Implementation of Safety and Health on Construction Sites*, Alves Dias, L.M. and Cobble, R.J, Abalkema, A., Rotterdam, Brookfield, *Proceedings of the First International Conference of CIB Working Commission W99*, pp. 405-416, September Portugal.
- Gil Fisa, A. & Pujol Senovilla, L., 2000, “Metodología para la evaluación económica de los accidentes de trabajo”.
- Gil, A., 2001, “Evaluación de los costes de los accidentes de trabajo y enfermedades Profesionales, ITB-106.01” Barcelona: Centro Nacional De Condiciones de Trabajo, CNCT-INSHT
- Goodrum, P.M. & Dai, J., 2005, “Differences in occupational injuries, illnesses, and fatalities among Hispanic and non-Hispanic construction workers”, *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 131, n° 9, pp. 1021-1028.
- Gosselin, M., 2004, “Analyse des avantages et des coûts de la santé et de la sécurité au travail en entreprise: Développement de l'outil d'analyse”, *Rapport de Recherche R-375*, .
- Griffin, M.J., 1998. *Riesgos Generales, vibraciones*, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo 4ª ed, Stellman JM. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones. Spain.
- Griffin, M.J., 1990. *Handbook of Human Vibration*. Academic Press ed, Londres.
- Griffin, M.J., Bovenzi, M., Nelson, C.M., 2003. Dose-response patterns for vibration-induced white finger. *Occupational and Environmental medicine*, vol. 60, pp. 16-26.

- Griffin, M.J., Bovenzi, M., 2002. The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, vol. 75, n° 1-2, pp. 1-5.
- Guadalupe, M., 2003, "The hidden costs of fixed term contracts: the impact on work accidents", *Labour Economics*, vol. 10, n° 3, pp. 339-357.
- Guastello, D.D. & Guastello, S.J., 1987, "The relationship between work group size and occupational accidents", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 9, n° 1, pp. 1-9.
- Gujarati, D.N., 2004, "Basic Econometrics, 4th edition", edn, The Mc Graw-Hill Companies.
- Guldenmund, F.W., 2000, "The nature of safety culture: A review of theory and research", *Safety Science*, vol. 34, n° 1-3, pp. 215-257.
- Gyi, D.E., Gibb, A.G.F. & Haslam, R.A., 1996, "A Study to Investigate the Causes of Accidents in the Construction Industry", *Proceedings of the ARCOM 12th Annual Conference*, Sheffield Hallam University, pp.11-16.
- Gyi, D.E., Gibb, A.G.F. & Haslam, R.A., 1999, "The quality of accident and health data in the construction industry: Interviews with senior managers", *Construction Management and Economics*, vol. 17, n° 2, pp. 197-204.
- Hakin, 1994
- Hallowell, M., 2010, "Cost-effectiveness of construction safety programme elements", *Construction Management and Economics*, vol. 28, n° 1, pp. 25-34.
- Hallowell, M.R. & Gambatese, J.A., 2010, "Population and initial validation of a formal model for construction safety risk management", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 136, n° 9, pp. 981-990.
- Hallowell, M.R., 2011, "Risk-based framework for safety investment in construction organizations", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 137, n° 8, pp. 592-599.
- Haltenhoff, C.E. & Gregory, R.A., 2001, "Partnering on small construction projects", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 127, n° 4, pp. 346-347.
- Hämäläinen, P., 2009, "The effect of globalization on occupational accidents", *Safety Science*, vol. 47, n° 6, pp. 733-742.
- Hancher, D.E. & de la Garza, J.M. 1995, "Workers' compensation management in construction", *Proceedings of the 1995 Construction Congress ASCE*, 22 October 1995 through 26 October 1995, pp. 471.
- Harada, N., 2002. Cold-stress tests involving finger-skin temperature measurement for evaluation of vascular disorders in hand-arm vibration syndrome: review of the literature. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, vol. 75, pp. 14-19.
- Harborth, T., Vanhauer, R. & Müller, M. 2005, "Application of the safety concept of the civil engineering to decisions on investment", *Bautechnik*, vol. 82, n° 2, pp. 105-109.
- Harrington, H.J. (ed) 1987, *Poor-Quality Cost*, ASQC Quality Press edn, New York.
- Haslam, R.A., Hide, S.A., Gibb, A.G.F, Gyi, D. E., Pavitt, T, Atkinson, S. & Duff, R.A 2004 *Contributing Factors in Construction Accidents*. *Journal Paper on Applied Ergonomics*, vol. 36, pp. 401-415
- Haslam, R.A., Hide, S.A., Gibb, A.G.F., Gyi, D.E., Pavitt, T., Atkinson, S. & Duff, A.R. 2005, "Contributing factors in construction accidents", *Applied Ergonomics*, vol. 36, n° 4 SPEC. ISS., pp. 401-415.

- Hassanein, A.A.G. & Hanna, R.S. 2008, "Safety performance in the Egyptian construction industry", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 134, n° 6, pp. 451-455.
- Hayes, G.E. & Hundt, W.G. 1980, "Liability: A New Cost Trap For Architectural/Engineering And Construction Firms.", *Cost Engineering (Morgantown, West Virginia)*, vol. 22, n° 2, pp. 73-76.
- Heinrich, H.W. 1930, "Relation of accident statistics to industrial accident prevention", *Proceedings of the Casuality Actuarial Society*, vol. XVI, n° 33-34, pp. 170-174.
- Heinrich HW (ed) 1931, *Industrial accident prevention: a scientific approach*. McGraw-Hill.
- Heinrich, H.W. (ed) 1959, *Industrial Accident*, 4th Edition, Mc Graw Hill, New York and London.
- HSE, 2005 "Principles of Cost-Benefit Analysis (CBA) in Support of ALAR Decisions". www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpcba.htm
- Helander, M. 1980, "Safety challenges in the construction industry", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 2, n° 4, pp. 257-263.
- Helander, M. G., 1991, "Safety hazards and motivation for safe work" in the construction industry", *Int. J. Industrial Ergonomics*, London.
- Hickey, T.J. & Gaughran, W.F. 2002, "Developing a safety culture in manufacturing engineering", *Technical Paper - Society of Manufacturing Engineers*.MM, , n° MM02-274, pp. 1-10.
- Hinze J. & Gordon F., 1979, "Supervisor-Worker Relationship Affects Injury Rate", *Journal of Construction Division, ASCE*, 105, vol.3, pp. 253-262.
- Hinze, J. & Applegate, L.L., 1991, "Costs of construction injuries", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 117, n° 3, pp. 537-550.
- Hinze, J. & Parker, H. W., 1978, "Safety: Productivity and Job Pressures", *Journal of the Construction Division*, vol. 104, n° 1, pp. 27 - 34
- Hinze, J. 1981, "Human aspects of construction safety", *Journal of the Construction Division*, vol. 107, n° 1, pp. 61-72.
- Hinze, J., 1978, "Company Concern and Safety Go Together", *The National Utility Contractor*, vol. 2, n° 8, pp. 23 - 25
- Hinze, J., 1990, "A New Study of Construction Injury Costs", *A Quarterly Newsletter, Center for Excellence in Construction Safety*, vol. 4, n° 1.
- Hinze, J. 1996, "Construction safety record since 1971", *Proceedings of the 1996 ASCE National Convention* ASCE, New York, NY, United States, 10 November 1996 through 14 November 1996, pp. 113.
- Hinze, J., 1996, "The Distraction Theory of Accident Causation", *Proceedings of the International Conference on Implementation of Safety and Health on Construction Sites*, CIB Working Commission W99, Safety and Health on Construction Sites, Balkema, Rotterdam, The Netherlands.
- Hinze, J. 2002, "Safety incentives: Do they reduce injuries?", *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, vol. 7, n° 2, pp. 81-84.
- Hinze, J., Bren, D.C. & Piepho, N. 1995, "Experience modification rating as measure of safety performance", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 121, n° 4, pp. 455-458.

- Hinze, J., Devenport, J.N. & Giang, G. 2006, "Analysis of construction worker injuries that do not result in lost time", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 132, n° 3, pp. 321-326.
- Hinze, J., Pederson, C. & Fredley, J., 1998, "Identifying root causes construction injuries" *Journal of Construction Engineering and Management* vol. 1, n° 241, pp. 67-71.
- Hofstetter, P. & Norris, G.A. 2003, "Why and how should we assess occupational health impacts in integrated product policy?", *Environmental Science and Technology*, vol. 37, n° 10, pp. 2025-2035.
- Hokstad, P. & Steiro, T. 2006, "Overall strategy for risk evaluation and priority setting of risk regulations", *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 91, n° 1, pp. 100-111.
- Holt, A. S. J., 2001, "Principles of Construction Safety", Blackwell Science Ltd Health in Great Britain, London.
- Hopkins, A. 2009, "Reply to comments", *Safety Science*, vol. 47, n° 4, pp. 508-510.
- Hopkins, A. 2011, "Risk-management and rule-compliance: Decision-making in hazardous industries", *Safety Science*, vol. 49, n° 2, pp. 110-120.
- Hoskin, A.F. 1983, "PRELIMINARY ACCIDENT REPORT: WORK DEATHS DECREASED.", *National safety news*, vol. 127, n° 5, pp. 66-67.
- House, R., Krajinak, K., Manno, M., Lander, L., 2009. Current perception threshold and the HAVS Stockholm sensorineural scale. *Occupational Medicine*, vol. 58, pp. 476-482.
- Howard, W.A., 1964, "Costs of accidents in seven undertakings", *Personnel Practice Bulletin*, vol. 20, n° 3, pp. 19-24.
- Hoyt, B., Prince, M., Shooter, S., Hanyak, M., Mastascusa, E.J., Snyder, W., Toole, T.M., Higgins, M., Hyde, D.C., Wagner, M. & Vigeant, M. 2003, "Engineering engineering education a conceptual framework for supporting faculty in adopting collaborative learning", 2003 ASEE Annual Conference and Exposition: Staying in Tune with Engineering Education, 22 June 2003 through 25 June 2003, pp. 11614.
- Huang, X. & Hinze, J. 2003, "Analysis of construction worker fall accidents", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 129, n° 3, pp. 262-271.
- Hubbard, R.K.B. & Neil, J.T., 1985, "Major and minor accidents at the Thames Barrier construction site", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 7, n° 3, pp. 147-164.
- Hubbard, R.K.B. & Neil, J.T., 1986, "Major-minor accident ratios in the construction industry", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 7, n° 4, pp. 225-237.
- ICAC (ed) 2000, *Normas de adaptación del Plan General de Contabilidad: Empresas constructoras*, ED. ICAC, Madrid.
- Ikpe, E., Hammond, F., Proverbs, D. & Oloke, D., 2011, "Improving construction health and safety: Application of cost-benefit analysis (CBA) for accident prevention", *International Journal of Construction Management*, vol. 11, n° 1, pp. 19-35.
- Ikpe, E., 2009, *Development of cost benefit analysis model of accident prevention on construction projects*. PhD Thesis. University of Wolverhampton.
- Imre, J.J., 1976, *Uninsured costs of work accidents*. Ph.D. Thesis, Michigan State University, 170 citado en Brody, B., Y. Létourneau et A. Poirier (1990b).
- Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, 2000, "Normas de adaptación del Plan General de Contabilidad de Empresas constructoras", Ed. ICAC, Madrid.
- Instituto Nacional de Estadística, 2012, <http://www.ine.es/>. Retrieved ...

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1991, "NTP-273: Costes no asegurados de los accidentes: método simplificado de cálculo". Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1999, "NTP 540: Costes de los accidentes de trabajo: procedimiento de evaluación". Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003, "Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción" Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre. Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003, NTP 640: Indicadores para la valoración de intangibles en prevención". Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2007, "Informe Anual Sobre Daños A La Salud En El Trabajo". Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, "Informe Anual De Accidentes De Trabajo En España". Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, "Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas (ENGE)". Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2010, "Actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad, y peligrosidad: Sector de la Construcción. Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo". Madrid.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2012, "Siniestralidad laboral. Período julio 2011- junio 2012". Madrid.
- Jallon, R., Imbeau, D. & de Marcellis-Warin, N. 2011, "A process mapping model for calculating indirect costs of workplace accidents", *Journal of Safety Research*, vol. 42, n° 5, pp. 333-344.
- Jallon, R., Imbeau, D. & De Marcellis-Warin, N. 2011, "Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use", *Journal of Safety Research*, vol. 42, n° 3, pp. 149-164.
- Jang, Y.-. & Choi, K.-. 2009, "A risk assessment approach to safety management of electric railway facilities", *Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, vol. 58, n° 5, pp. 960-967.
- Jannadi, O. & Al-Utaibi, M., 2004, "Correlation between accident rates and site safety levels in building construction projects", *Progress in Safety Science and Technology Volume 4: Proceedings of the 2004 International Symposium on Safety Science and Technology*, eds. Yajun W., Ping H. & Shengcai L., , 25 October 2004 through 28 October 2004, pp. 120.
- Jannadi, O.A. & Almishari,, S. 2003, "Risk assessment in construction", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 129, n° 5, pp. 492-500.
- Jurewicz, R.A. 1988, "Worker Safety In Formwork Operations.", *Concrete Construction - World of Concrete*, vol. 33, n° 3.
- Karlaftis, M.G. & Golias, I. 2002, "Effects of road geometry and traffic volumes on rural roadway accident rates", *Accident Analysis and Prevention*, vol. 34, n° 3, pp. 357-365.
- Kartam, N. 1995, "Integrating construction safety and health performance into CPM", *Proceedings of the 1995 Construction CongressASCE*, , 22 October 1995 through 26 October 1995, pp. 456.
- Kartam, N.A., Flood, I. & Koushki, P. 2000, "Construction safety in Kuwait: Issues, procedures, problems, and recommendations", *Safety Science*, vol. 36, n° 3, pp. 163-184.

- Katsakiori, P., Sakellaropoulos, G. & Manatakis, E. 2009, "Towards an evaluation of accident investigation methods in terms of their alignment with accident causation models", *Safety Science*, vol. 47, n° 7, pp. 1007-1015.
- Kinnersley, S. & Roelen, A. 2007, "The contribution of design to accidents", *Safety Science*, vol. 45, n° 1-2, pp. 31-60.
- Kjellén, U. 1984, "The deviation concept in occupational accident control—I: Definition and classification", *Accident Analysis & Prevention*, vol. 16, n° 4, pp. 289-306.
- Kjellén, U. 1984, "The deviation concept in occupational accident control—II: Data collection and assessment of significance", *Accident Analysis & Prevention*, vol. 16, n° 4, pp. 307-323.
- Klussmann, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, M.A., 2010. The Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO) - Evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, vol. 11.
- Knab, L.I. 1978, "NUMERICAL AID TO REDUCE CONSTRUCTION INJURY LOSSES", *ASCE J Constr Div*, vol. 104, n° 4, pp. 437-445.
- Koehn, E. & Musser, K. 1983, "OSHA REGULATIONS EFFECTS ON CONSTRUCTION.", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 109, n° 2, pp. 233-244.
- Kolmogorov, A. N., 1933, "Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione", *Giorn dell'Inst. Ital. degli. Att.*, 4, 89-91.
- Kolmogorov, A.N. (ed) 1956, *Foundations of the Theory of Probability*, 2nd. edition edn, Chelsea Publishing Company, New York.
- Kumar, A. & Ellis, R.D., Jr 1994, "Cost variations in nighttime construction", *Transactions of AACE International*, vol. 1994, pp. TR1.1.
- Kupi, E., Liukkonen, P., & Mattila, M., 1993, "Staff use of time and company productivity". *Nordisk Ergonomi*, vol. 4, pp. 9-11.
- Kurozawa, Y., Nasu, Y., 2001. Current perception threshold in vibration-induced neuropathy. *Archives of Environmental Health*, vol. 56, pp. 254-245.
- LaBelle, J.E. 2000, "What do accidents truly cost?", *Professional safety*, vol. 45, n° 1, pp. 38-42.
- Lahiri, S., Gold, J., & Levenstein, C., 2005, "Net-cost model for workplace interventions", *Journal of Safety Research - ECON proceedings*, vol. 36 pp. 241 - 255
- Lancaster, R., Ward, R., Talbot, P. & Brazier, A. 2003, "Costs of Compliance with Health and Safety Regulations in Small and Medium Enterprises SME". HSE Research Report, 174.
- Landy, F.J. (eds) 1985. *Psychology of Work Behavior*. The Dorsey Press, Hamewood II, 622 pp.
- Laskar, M.S., Harada, N., 2005. Different conditions of cold water immersion test for diagnosing hand-arm vibration syndrome. *Environmental Health and Preventive Medicine*, vol. 10, pp. 351-359.
- Laufer, A. & Ledbetter, W.B. 1986, "Assessment of safety performance measures at construction sites.", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 112, n° 4, pp. 530-542.
- Laufer, A. & Rekton, Y. (eds) 1986, *Construction Accidents: Economical Aspects and Management's Involvement*. , Building Research Station, Technion, Haifa, Israel.

- Laufer, A. 1987, "Construction Accident Cost and Management Safety Motivation", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 8, n° 4, pp. 295-315.
- Lee, S.-., Thomas, S.R. & Tucker, R.L. 2005, "The relative impacts of selected practices on project cost and schedule", *Construction Management and Economics*, vol. 23, n° 5, pp. 545-553.
- Leigh, J.P., Markowitz, S., Fahs, M. & Landrigan, P. 2000, "Costs of Occupational Injuries and Illnesses", *Costs of Occupational Injuries and Illnesses*, .
- Leigh, J.P., Waehrer, G., Miller, T.R. & Keenan, C. 2004, "Costs of occupational injury and illness across industries", *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, vol. 30, n° 3, pp. 199-205.
- Leigh, J.P., Waehrer, G., Miller, T.R. & McCurdy, S.A. 2006, "Costs differences across demographic groups and types of occupational injuries and illnesses", *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 49, n° 10, pp. 845-853.
- Lenckus, D. 1984, "INCREASING PRODUCTIVITY: SAFETY, PRODUCT LIABILITY AND OSHA PROGRAMS.", *Wood & wood products*, vol. 89, n° 2.
- Leopold, E. & Leonard, S. 1987, "Costs of construction accidents to employers", *Journal of Occupational Accidents*, vol. 8, n° 4, pp. 273-294.
- Levitt, R. E. & Samelson, N. T., 1993, "Construction Safety Management", Ed. John Wiley and Sons Inc 2nd, New York.
- Levitt, R.E. & Parker, H.W. 1976, "REDUCING CONSTRUCTION ACCIDENTS - TOP MANAGEMENT'S ROLE", *ASCE J Constr Div*, vol. 102, n° 3, pp. 465-478.
- Levitt, R.E., & Samelson N.T., 1987, "Construction Safety Management", McGraw- Hill, New York.
- Levitt, R.E., 1975, "The Effect of Top Management on Safety in Construction", Technical Report N° 196, The Construction Institute, Stanford University.
- Levitt, R.E., Parker, H.V. & Samelson, N.M., 1981, "Improving Construction Safety Performance: The User's Role", Edn. Stanford, Department of Civil Engineering. Stanford University.
- Liaudanskiene, R., Ustinovicus, L. & Bogdanovicus, A. 2009, "Evaluation of construction process safety solutions using the TOPSIS method", *Engineering Economics*, vol. 4, n° 64, pp. 32-40.
- Loosemore, M. & Andonakis, N. 2007, "Barriers to implementing OHS reforms - The experiences of small subcontractors in the Australian Construction Industry", *International Journal of Project Management*, vol. 25, n° 6, pp. 579-588.
- Lord, D., & Mannering, F., 2010, "The Statistical Analysis of Crash-Frequency Data: A Review and Assessment of Methodological Alternatives", *Transportation Research - Part A*, vol. 44, n° 5, pp. 291-305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2010.02.001>
- Love, S. 1997, "Subcontractor partnering: I'll believe it when I see it", *Journal of Management in Engineering*, vol. 13, n° 5, pp. 29-31.
- Lowery, R., Moore, S.L. & Thomas, E.J. 1988, "SAFETY PERFORMANCE: RESULTS CAN BE ACHIEVED.", *Professional safety*, vol. 33, n° 8, pp. 11-18.
- Lu, N., Liao, X.-., Wang, W., Feng, J. & Xiao, Y. 2007, "The analytical model of safety cost rate for the construction project", *Xi'an Jianzhu Keji Daxue Xuebao/Journal of Xi'an University of Architecture and Technology*, vol. 39, n° 2.

- Macedo, A.C. & Silva, I.L. 2005, "Analysis of occupational accidents in Portugal between 1992 and 2001", *Safety Science*, vol. 43, n° 5-6, pp. 269-286.
- Manase, D., 2008, "An Exploratory Study of GIS Based Analysis of Health and Safety Related Information", Unpublished PhD Thesis, University of Wolverhampton.
- Manuele, F.A. 2008, "Prevention through Design: History and future" *Journal of Safety Research*, vol. 39, n° 2, pp. 127-130.
- Manzey, D. & Marold, J. 2009, "Occupational accidents and safety: The challenge of globalization", *Safety Science*, vol. 47, n° 6, pp. 723-726.
- Mariscal, M.A., & García, S., 2002, "Mejora de la seguridad industrial. La investigación conjunta de riesgos, incidentes y accidentes", Ed. Universidad de Burgos, Burgos.
- Martínez Aires, M.D., Rubio Gámez, M.C. & Gibb, A., 2010, "Prevention through design: The effect of European Directives on construction workplace accidents", *Safety Science*, vol. 48, n° 2, pp. 248-258.
- Martínez Cuevas, A., 2003, "Accidentes de Trabajo en Construcción: Análisis y Metodología de Investigación". Fundación Cultural del Colegio Oficial de Aparejadores y arquitectos Técnicos de Sevilla. Sevilla.
- Masayuki, I., Norio, K., Kuniaki, H., Tadashide, M., 1985. An Association Between Raynaud's Phenomenon and Hearing Loss in Forestry Workers. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1985; 46:509-513., vol. 46, pp. 509-513.
- Matson, E., 1988, "Risk analysis and economic incentives for prevention". Unpublished, Norway.
- Mattar-Habib, C., Polus, A. & Farah, H. 2008, "Further evaluation of the relationship between enhanced consistency model and safety of two-lane rural roads in Israel and Germany", *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, vol. 8, n° 4, pp. 320-332.
- McDonald, M.A., Lipscomb, H.J., Bondy, J. & Glazner, J. 2009, "Safety is everyone's job: The key to safety on a large university construction site", *Journal of Safety Research*, vol. 40, n° 1, pp. 53-61.
- Miller, T.R. 1997, "Estimating the costs of injury to U.S. employers", *Journal of Safety Research*, vol. 28, n° 1, pp. 1-13.
- Min, C. & Hui, C. 2011, "Game analysis of construction safety supervision", 2nd International Conference on E-Business and E-Government, ICEE 2011, 6 May 2011 through 8 May
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2000, Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1994, Real Decreto legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, Madrid. 2011, pp. 7985.
- Mitropoulos, P., Abdelhamid, T.S., & Howell, G.A., 2005, "Systems model of construction accident causation" *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 131, n° 7, pp. 816-825
- Mohamed, S., 2002, "Safety Climate in Construction Site Environments", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, vol. 128, n° 5, , pp. 375 – 384.
- Mohamed, B.K. 2010, "Evaluation of the occupational health and safety management system of construction companies in Iraq", Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering 2010, CSCE 2010, 9 June 2010 through 12 June 2010, pp. 228.

- Monnery, N., 1999, "The costs of accidents and work – related ill – health to cheque clearing department of a financial services organization", *Safety Science*, vol. 31, pp. 59-69.
- Montero, M.J., Araque, R.A. & Rey, J.M. 2009, "Occupational health and safety in the framework of corporate social responsibility", *Safety Science*, vol. 47, n° 10, pp. 1440-1445.
- Morris, S. & Willcocks, G., 1996, "Preventing accidents and illness at Work: Health & Safety in Practice", London Pitman Ltd, UK.
- Morse, W.J., Roth, H.P. & Poston, K.M. 1987, "Measuring, Planning and Controlling Quality Costs.", National Association of Accountants, , pp. p.2.
- De Greef, Mossink, J., 2002, "Inventory of socio-economic costs of work accidents", report, European Agency for safety and health at work, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2002Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1995, Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Mucchielli, R., 1974, "Phenomeological structural psychotherapy", *Psychotherapy and psychosomatics*, vol. 24, n° 4-6, pp. 381-383.
- Muller, I. 2006, "Health, safety and the environment are priorities at Coega", *Civil Engineering/Siviele Ingenieurswese*, vol. 14, n° 10, pp. 16-17.
- Murphy, D.L. 2004, "Building safety education into engineering curriculum", ASEE 2004 Annual Conference and Exposition, "Engineering Researchs New Heights", 20 June 2004 through 23 June 2004, pp. 1411.
- Murrell, P. 2001, "Counting the cost of health and safety / accidents at work", *Foundryman*, vol. 94, n° 11, pp. 359-361.
- Nason, R.R. 1992, "A Painless Approach to Construction Cost Estimating", *Security Management*, , pp. 18A.
- Neville, H. 1998, "Workplace accidents: They cost more than you might think", *Industrial Management*, vol. 40, n° 1, pp. 7-9.
- Newman, J.H. 1983, "More Construction for the Money: Take the Initiative", *National Real Estate Investor*, vol. 25, n° 6, pp. 32.
- Ning, D.-., Wang, J.-. & Ni, G.-. 2010, "Analysis of factors affecting safety management in construction projects", 2010 International Conference on Management and Service Science, MASS 2010, 24 August 2010 through 26 August 2010.
- Opfer, N.D. 1998, "Construction safety improvement through incentive compensation", *Proceedings of the 1998 42nd Annual Meeting of AACE International*, ed. Anon, AACE Inc., Morgantown, WV, United States, 28 June 1998 through 1 July 1998.
- Orden de 27 de Enero de 1993, por la que se aprueban las normas de adaptación del Plan General de Contabilidad a las Empresas Constructoras. 1993a, Centro de Estudios Financieros, Madrid.
- Organización Internacional de Trabajo, 1981, "Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, num. 155", Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra. Suiza. <http://www.ilo.org/>.
- Organización Internacional de Trabajo, 2001, "Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo" ILO-OSH, 2001. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra. Suiza. <http://www.ilo.org/>.
- Organización Internacional de Trabajo, 2009, "Estudio general relativo al Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981 núm, 155, a la Recomendación sobre

- seguridad y salud de los trabajadores, 1981 núm.164 y al Protocolo de 2002 relativo al Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores”, Conferencia Internacional del Trabajo, 98ª reunión. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra. Suiza. <http://www.ilo.org/>.
- Organización Internacional del Trabajo, 2001, “Three preliminary papers on the economics of occupational safety and health: and introduction”, International Labor Organization (ILO) Ginebra. Suiza. <http://www.ilo.org/>.
- EU-OSHA, 2008, “Inventory of Socioeconomic Costs of Work Accidents”, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- EU-OSHA, 2009, Retrieved from <http://osha.europa.eu/en/sector/construction>
- Oxenburgh, M. & Marlow, P. 2005, “The Productivity Assessment Tool: Computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace”, *Journal of Safety Research*, vol. 36, nº 3, pp. 209-214.
- Oxenburgh, M.S. & Guldborg, H.H. 1993, “The economic and health effects on introducing a safe manual handling code of practice”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 12, nº 4, pp. 241-253.
- Oxenburgh, M.S. 1997, “Cost-benefit analysis of ergonomics programs”, *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 58, nº 2, pp. 150-156.
- Paez, O., Uahinui, T., Genaidy, A., Karwowski, W., Sun, L. & Daraiseh, N., 2006, “Estimating uninsured costs of work-related accidents, part II: an incidence-based model”, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, vol. 7 nº 3, pp. 247-260
- Pauls, J., 1991, “Cost of injuries in the United States and the role of building safety”, *Building Standards*, vol. 60, nº 4, pp. 18-22.
- Pekkarinen, A. & Anttonen, H., 1989, “The comparison of accidents in a foreign construction project with construction in Finland”, *Journal of Safety Research*, vol. 20, nº 4, pp. 187-195.
- Petersen, D. (ed), 1980, “Analyzing Safety Performance”. New York: Garland Publishing.
- Petersen, D., (ed) 1998, “Techniques of safety management: A systems approach”. Amer. Society of Safety Engineers; 3rd edition.
- Petersen, D., (ed) 2003, “Techniques of safety management: A systems approach”. Amer. Society of Safety Engineers; 4rd edition.
- Pinto, A.F., Nunes, I.L., & Ribeiro, R.A., 2011, “Risk Assessment in Construction Industry – Overview and Reflection”, *Safety Science*, nº 49, pp. 616-624. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2011.01.003>
- Pita Fernández, S. & Pértegas Díaz, S., 2002, “Investigación cuantitativa y cualitativa.”, *Cuadernillos de Atención Primaria*, vol. 9, pp. 76-78.
- Plunkett, J.J. & Dale, B.G., 1988, “Quality costs: a critique of some 'economic cost of quality' models”, *International Journal of Production Research*, vol. 26, nº 11, pp. 1713-1726.
- Powers, M.B., 2009, “Medical costs trump savings from safety workers' comp filings down but awards increase”, *ENR (Engineering News-Record)*, vol. 263, nº 10, pp. 58.
- Pratt, T.H. & Albaugh, L.R. 1980, “QUANTIFICATION OF RISK IN MIXED OPERATIONS.”, *IEE Conference Publication*, , pp. 107-123.
- Pujol Senovilla, L. & Maroto Gomez, V., 2003, NTP 640: Indicadores para la valoración de intangibles en prevención.

- Rau, A.N., 1989, "Improvement of construction technology", *Journal of the Institution of Engineers (India): Civil Engineering Division*, vol. 69, n° pt 5, pp. 285-288.
- Real Academia Española, 2012, 7-5-2012-last update, *Diccionario de la lengua española*. Available: www.rae.es.
- Reinert, A.A., 2011, "The costs of heightened pleading", *Indiana Law Journal*, vol. 86, n° 1, pp. 119-184.
- Requena Rodríguez, J.A. & Vera Ríos, S., 2009, "Contabilidad interna (contabilidad de costes y de gestión): cálculo, análisis y control de costes y resultados para la toma de decisiones", 3ª ed. actualizada, Ariel, Barcelona.
- Riel, P.F. & Imbeau, D., 1995, "Applying ABC to ergonomics and safety costs", *Proc.46th International Industrial Engineering Conference, IIE*, pp. 613-622.
- Riel, P.F. & Imbeau, D. 1995, "Economic justification of investments for health and safety interventions - Part I: A cost typology", *International Journal of Industrial Engineering*, vol. 2, n° 1, pp. 45-54.
- Riel, P.F. & Imbeau, D. 1995, "Economic justification of investments for health and safety interventions - Part II: Applying activity based costing to the insurance cost", *International Journal of Industrial Engineering*, vol. 2, n° 1, pp. 55-64.
- Riel, P.F. & Imbeau, D., 1995, "Justifying Investments in Industrial Ergonomics", *Advances in Industrial Ergonomics & Safety VII*, , pp. 677-684.
- Riel, P.F. & Imbeau, D., 1996, "Justifying investments in industrial ergonomics", *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 18, n° 5-6, pp. 349-361.
- Riel, P.F. & Imbeau, D., 1997, "The Economic Evaluation of an Ergonomic Investment for Preventive Purposes: A Case Study", *Journal of Safety Research*, vol. 28, n° 3, pp. 159-176.
- Riel, P.F. & Imbeau, D., 1998, "How to Allocate the Health and Safety Insurance Cost Within the Firm", *Journal of Safety Research*, vol. 29, n° 1, pp. 25-34.
- Rikhardsson, P.M. & Impgaard, M., 2004, "Corporate cost of occupational accidents: An activity-based analysis", *Accident Analysis and Prevention*, vol. 36, n° 2, pp. 173-182.
- Rikhardsson, P.M., 2004, "Accounting for the cost of occupational accidents", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, vol. 11, n° 2, pp. 63-70.
- Ringen, K. & Stafford, E.J., 1996, "Intervention research in occupational safety and health: Examples from construction", *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 29, n° 4, pp. 314-320.
- Robinson, G.H., 1982, "Accidents and sociotechnical systems: principles for design", *Accident Analysis & Prevention*, vol. 14, n° 2, pp. 121-130.
- Robinson, J.D., Higgins, M.D. & Kenneth Bolyard, P., 1983, "Assessing environmental impacts on health: A role for behavioral science", *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 4, n° 1, pp. 41-53.
- Rodríguez Ariza, L. & López Pérez, M.V., 2011, "Contabilidad general: teoría y práctica", 3ª edición. Madrid.
- Rodríguez de Prada, A., 1996, "Investigación de accidentes. Colección de casos", Ed. Apuntes, Madrid.

- Requena Rodríguez, J.A. & Vera Ríos, S., (edn.) 2009, *Contabilidad interna (contabilidad de costes y de gestión): cálculo, análisis y control de costes y resultados para la toma de decisiones*, 3ª actualizada, Reimp edn, Ariel, Barcelona.
- Rosenfeld, Y., 2009, "Cost of quality versus cost of non-quality in construction: The crucial balance", *Construction Management and Economics*, vol. 27, n° 2, pp. 107-117.
- Rubio, M.C., 2001, "Optimización y propuesta de mejoras en materia de seguridad y salud en las obras de construcción en Andalucía". Tesis doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- Rubio, M.C., Menéndez, A., Rubio, J.C., Martínez, G., 2005, "Obligations and Responsibilities of Civil Engineers for the prevention of Labour Risks" *Journal Professional Issues in Engineering Education and Practice*, ASCE, pp. 70-75
- Rui, F., D'Agostin, F., Negro, C., Bovezi, M., 2008. A prospective cohort study of manipulative dexterity in vibration-exposed workers, *International Archives of Occupational Environmental Health*, vol. 81, pp. 545-551.
- Saba, F. & Mohamed, Y., 2009, "Integrating construction safety and project performance through safety information management in an industrial construction company", *Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference 2009*, 27 May 2009 through 30 May 2009, pp. 1324.
- Samelson, N.M. & Levitt, R.E., 1982, "Owner's Guidelines For Selecting Safe Contractors", *Journal of the Construction Division*, , n° CO4, pp. 617-623.
- Samelson, N.M. & Mauro, S.O., 1983, "Benefits Of Safety Management In Construction", *Preprints - 1983 ASCE Convention*.ASCE, New York, NY, USA.
- San Roman, 2009, "Estudio sobre los costes de la no prevención. Informe de fuentes secundarias".
- Sánchez Rodríguez, M., 1974, "Control de costos en la construcción", Ed. CEAC, Barcelona.
- Santesmases, M., 1997, *DYANE*. Ed.Pirámide. Madrid.
- Santos, F.M.A., Bourbon, T. & Soeiro, A., 2007, "Economic analysis of safety risks in construction", *2nd International Conference on Safety and Security Engineering, SAFE 2007*, 25 June 2007 through 27 June 2007, pp. 13.
- Savall, H. & Zardet, V., 1989, "Maitriser les coûts et les performances cachées: le contrat d'activité périodiquement négociable", *Economica*, Paris.
- Scherer, R.J. & Scheler, S., 2003, "Model-based site installation design for site cost estimation", *Proceedings of the 10th ISPE International Conference on Concurrent Engineering*, , pp. 805-811.
- Schoonover, T., Bonauto, D., Silverstein, B., Adams, D. & Clark, R., 2010, "Prioritizing prevention opportunities in the Washington State construction industry, 2003-2007", *Journal of Safety Research*, vol. 41, n° 3, pp. 197-202.
- Schulze, H. & Koßmann, I. 2010, "The role of safety research in road safety management", *Safety Science*, vol. 48, n° 9, pp. 1160-1166.
- Shahbodaghlou, F. & Haven, R., 2000, "A model for a quality safety program", *Journal of Construction Education*, vol. 5, n° 3, pp. 260-271.
- Shapira, A. & Simcha, M., 2009, "Measurement and risk scales of crane-related safety factors on construction sites", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 135, n° 10, pp. 979-989.

- Sheskin, D.J., 2000, "Handbook Parametric and No-Parametrics Statistical Procedures", edition edn, Chapman & Hall/CRC.
- Simonds, R.H. and Grimaldi, J.V., 1956, "Safety Management: Accident Cost and Control". Richard Irwin, Homewood, Ill.
- Simmonds, R.H. & Grimaldi, J.V., 1963, "Safety Mangement", Richard Irwin and., Hamewood, IL.
- Simmonds, R.H. & Grimaldi, J.V., 1984, "Safety Mangement", Richard D. Irwing and, Homewood, IL.
- Simmonds, R.H., 1955, "Estimating cost of industrial accidents", U.S. Departament of Labor, Washington, DC.
- Sims, J.R. & Feigel, R.E., 2000, "The use of risk-based approaches in post-construction standards", Journal of Pressure Vessel Technology, Transactions of the ASME, vol. 122, n° 3, pp. 247-254.
- Singh, D. & Tiong, R.L.K., 2006, "Contractor selection criteria: Investigation of opinions of Singapore construction practitioners", Journal of Construction Engineering and Management, vol. 132, n° 9, pp. 998-1008.
- Singleton, W.T., 1982 "The Body At Work", Cambridge, CUP.
- Sklet, S., 2004, "Comparison of some selected methods for accident investigation", Journal of hazardous materials, vol. 111, n° 1-3, pp. 29-37.
- Smallwood, J.J., 2004, "The influence of engineering designers on health and safety during construction", Journal of the South African Institution of Civil Engineering, vol. 46, n° 1, pp. 2-8.
- Son, K.S., 2004, "Correlation between accident occurring rate and contract price in proportion to estimated cost", Progress in Safety Science and Technology Volume 4: Proceedings of the 2004 International Symposium on Safety Science and Technology, eds. Yajun W., Ping H. & Shengcai L., , 25 October 2004 through 28 October 2004, pp. 2527.
- Son, K.S., Melchers, R.E. & Kal, W.M. 2000, "Analysis of safety control effectiveness", Reliability Engineering and System Safety, vol. 68, n° 3, pp. 187-194.
- Sormunen, P., 2010, "Cost Calculation Model for Work Related Accidents". Tesis. Jank University of Applied Science. Finlandia.
- Stanton, W.A. & Willenbrock, J.H., 1990, "Conceptual framework for computer-based construction safety control", Journal of Construction Engineering and Management, vol. 116, n° 3, pp. 383-398.
- Sun, J., Shibata, E., Hisanaga, N., Kamijima, M., Ichihara, G., Huang, J., Toida, M. & Takeuchi, Y. 1997, "A cohort mortality study of construction workers", American Journal of Industrial Medicine, vol. 32, n° 1, pp. 35-41.
- Sun, L., Paez, O., Lee, D., Salem, S. & Daraiseh, N., 2006 "Estimating the uninsured costs of work-related accidents, part I: a systematic review", Theoretical Issues in Ergonomics Science, vol. 7, n° 3, pp. 227-245
- Suraji A, & Duff A R., 2001, "Identifying the Root Causes of Construction Accidents – Discussion", Journal of Construction Engineering and Management, vol 127, n° 4, p3-4
- Suraji, A., Duff, A.R., & Peckitt, S.J., 2001, "Development of Causal Model of Construction Accident Causation", Journal of Construction Engineering and Management, vol. 127, n°3, pp. 337-334.

- Tam, V.W.Y., Le, K.N. & Le, H.N. 2008, "Using Gaussian and hyperbolic distributions for quality improvement in construction: Case study approach", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 134, n° 7, pp. 555-561.
- Tang, S.L., Chan, S.S.K., De Saram, D.D. & Lee, H.K., 2007, "Costs of construction accidents in the social and humanity context - A case study in Hong Kong", *Transactions Hong Kong Institution of Engineers*, vol. 14, n° 2, pp. 35-42.
- Tang, S.L., Lee, H.K. & Wong, K., 1997, "Safety cost optimization of building projects in Hong Kong", *Construction Management and Economics*, vol. 15, n° 2, pp. 177.
- Tang, S.L., Ying, K.C., Chan, W.Y. & Chan, Y.L., 2004, "Impact of social safety investments on social costs of construction accidents", *Construction Management and Economics*, vol. 22, n° 9, pp. 937-946.
- Tang, W., Qiang, M., Duffield, C.F., Young, D.M. & Lu, Y., 2007, "Risk management in the Chinese construction industry", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 133, n° 12, pp. 944-956.
- Tietz, S.B. 1998, "Risk analysis - uses and abuses", *Structural engineer London*, vol. 76, n° 20, pp. 395.
- Tompa E., Trevithick, S., McLeod, C., 2007, "A systematic review of the prevention incentives of insurance and regulatory mechanisms for occupational health and safety", *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, vol. 33, n° 2, pp. 81-95.
- Tompa, E., Dolinschi, R., de Oliveira C., Irvin, E., 2007, "A Systematic Review of OHS Interventions with Economic Evaluations," *Sharing Best Evidence*, Institute for Work & Health, vol. 1.
- Toole, T.M. & Gambatese, J., 2008, "The Trajectories of Prevention through Design in Construction", *Journal of Safety Research*, vol. 39, n° 2, pp. 225-230.
- Toole, T.M. & Gambatese, J.A., 2002, "Primer on federal Occupational Safety And Health Administration standards", *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, vol. 7, n° 2, pp. 56-60.
- Toole, T.M. & Hallowell, M., 2005, "Building performance engineering during construction", *Construction Research Congress 2005: Broadening Perspectives - Proceedings of the Congress*, ed. Tommelein I.D., , 5 April 2005 through 7 April 2005, pp. 63.
- Toole, T.M., 1998, "Uncertainty and home builders' adoption of technological innovations", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 124, n° 4, pp. 323-332.
- Toole, T.M., 2001, "Technological trajectories of construction innovation", *Journal of Architectural Engineering*, vol. 7, n° 4, pp. 107-114.
- Toole, T.M., 2002, "Comparison of site safety policies of construction industry trade groups", *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, vol. 7, n° 2, pp. 90-95.
- Toole, T.M., 2002, "Construction site safety roles", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 128, n° 3, pp. 203-210.
- Toole, T.M., 2003, "Information Technology Innovation: A View Of Large Contractors", *Construction Research Congress, Winds of Change: Integration and Innovation in Construction*, Proceedings of the Congress, eds. Molenaar K.R. & Chinowsky P.S., 19 March 2003 through 21 March 2003, pp. 1129.
- Toole, T.M. 2005, "Increasing engineers' role in construction safety: Opportunities and barriers", *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 131, n° 3, pp. 199-207.

- Toole, T.M. 2007, "Design engineers' responses to safety situations", *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 133, n° 2, pp. 126-131.
- Toole, T.M., Chinowsky, P. & Hallowell, M.R., 2010, "A tool for improving construction organizations' innovation capabilities", *Construction Research Congress 2010: Innovation for Reshaping Construction Practice*, 8 May 2010 through 10 May 2010, pp. 727.
- Toole, T.M., Hervol, N. & Hallowell, M., 2006, "Designing for Construction Safety", *Modern Steel Construction*, vol. 46, n° 6, pp. 55.
- Törner, M. & Pousette, A., 2009, "Safety in construction – a comprehensive description of the characteristics of high safety standards in construction work, from the combined perspective of supervisors and experienced workers", *Journal of Safety Research*, vol. 40, n° 6, pp. 399-409.
- Truyols M.S., García de Frutos, D. & Martínez Osorio, J.M., 2010, "Economía y organización de empresas para ingeniería de edificación: teoría y práctica", 3ª edn, Delta, Madrid.
- Tucker, S.N., 1988, "A Single Alternative Formula for Department of Health and Social Security S-Curves", *Construction Management and Economics*, vol. 6, n° 1, pp. 13.
- Uegaki, K., Bruijne, M.C., van der Beek, A.C., van Mechelen, M., & van Tulder, M.W., 2011, "Economic Evaluations of Occupational Health Interventions from a Company's Perspective: A Systematic Review of Methods to Estimate the Cost of Health-Related Productivity Loss", *Journal of Occupational Rehabilitation*, col. 21, pp. 90–99. doi 10.1007/s10926-010-9258-0.
- Uusi-Rauva, E., Aaltonen, M.V.P. & Saari, J. 1988, *The Method for Evaluating the Accident Consequence Costs at Company Level*. TETA Report 105, Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Economics., Helsinki.
- van Brenk, H., 2006, "Safety versus production", *Concrete Producer*, vol. 24, n° 7, pp. 26.
- Vargas Varela, J.A., 1992, "La información económica de las empresas constructoras". En *Partida Doble*, no 28, Ed. Ciss Praxis, Valencia.
- Veltri, A. 1990, "An accident cost impact model: The direct cost component", *Journal of Safety Research*, vol. 21, n° 2, pp. 67-73.
- Villar Mir, 1982, "La empresa, la construcción y los servicios públicos", en el Tomo II de sus "Apuntes de organización de empresas" de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.
- Wallach, M.B., 1977, "Accident Costs - A New Concept.", *American Society of Safety Engineers Journal*, , pp. 22-25.
- Warren, J.C. & Shahroozi, S., 2010, "Optimizing safety and efficiency in the mining industry", 2010 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, IAS 2010, 3 October 2010 through 7 October 2010.
- Warszawski, A., 2003, "Analysis of costs and benefits of tall buildings", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 129, n° 4, pp. 421-430.
- Whittington, C., Livingston, A. & Lucas, D.A., 1992, "A Research into Management Organisational and Human Factors in the Construction Industry", HSE Contract Report 45. Her Majesty Stationary Office. London
- Wilson Jr., J.M. & Koehn, E., 2000, "Safety management: problems encountered and recommended solutions", *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 126, n° 1, pp. 77-79.

- Wright, M., & Marsden, S., 2002, "Changing business behaviour - would bearing the true cost of poor health and safety performance make a difference?", Health & Safety Executive, CRR 436, Suffolk.
- Wu, W., Yang, H., Chew, D.A.S., Yang, S., Gibb, A.G.F. & Li, Q., 2010, "Towards an autonomous real-time tracking system of near-miss accidents on construction sites", pp. 134.
- Yodock III, L.J. & Christensen, M., 2005, "Increasing work-zone safety", Public Works, vol. 136, n° 2, pp. 42-43.
- Young, S., 1996, "Construction safety: A vision for the future", Journal of Management in Engineering, vol. 12, n° 4, pp. 33-36.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z. & Tamošaitiene, J., 2010, "Risk assessment of construction projects", , pp. 33.
- Zeng, S.X., Tam, C.M. & Tam, V.W.Y., 2010, "Integrating safety, environmental and quality risks for project management using a FMEA method", Engineering Economics, , n° 1, pp. 44-52.
- Zhao, P., Hu, Y.-. & Yan, L.-. 2009, "Application study on integrated multi-objective optimization model of engineering project", 2009 16th International Conference on Management Science and Engineering, ICMSE 2009, 14 September 2009 through 16 September 2009, pp. 290.

ANEXO DOCUMENTAL

ANEXO 1: CUESTIONARIO 0**DATOS GENERALES OBRA:**

Obra Pública

Obra Privada

(Marcar con una X lo que proceda)

1.- Tipología:

	EDIFICACIÓN	OBRA CIVIL
Edificio residencial		
Viviendas unifamiliares		
Edificios singulares		
Carreteras		
Ferrocarril		
Obra hidráulica		
Obra marítima		
Otras (especificar)		

(Marcar con una X lo que proceda)

2.- Promotor:**3.- Presupuesto:**Presupuesto de Ejecución Material:Presupuesto de Ejecución por Contrata:Presupuesto del Plan de seguridad y Salud:**4.- Plazo de ejecución.**

Fecha de inicio:

Fecha de finalización:

Tiempo estimado:

Grado de avance: (se especificará en % de obra ejecutada respecto al total)

5.- Subcontratación.

Nº medio de subcontratas:

(Especificar la media mensual de subcontratas, según tabla adjunta)

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes actual
S1	S2	S3		Sa

Nº medio de trabajadores autónomos:

(ídem)

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes actual
T1	T2	T3		Ta

DATOS RELATIVOS A PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:

1.- Implantación de protecciones colectivas.

Empresa subcontratada

Personal propio (brigada de seguridad)
--

(Marcar con una X lo que proceda)

1.1.- Protecciones colectivas en obra de edificación.

<i>¿Qué se ha colocado en cada fase?</i>	MOVIMIENTO DE TIERRAS	CIMENTACIONES Y MUROS	ESTRUCTURA	CERRAMIENTOS	ENFOCADOS Y PINTURAS	OTROS (SOLADOS E INSTALACIONES)	URBANIZACION
SEÑALIZACION DE RIESGOS							
PLATAFORMAS DE TRABAJO							
REDES VERTICALES							
REDES HORIZONTALES							
BARANDILLA BORDE FORJADO							
ANDAMIO TUBULAR							
ANDAMIO COLGADO							
OTRAS (especificar)							

(Marcar con una X lo que proceda)

1.2.- Protecciones colectivas en obra civil.

<i>¿Qué se ha colocado en cada fase?</i>	MOVIMIENTO DE TIERRAS	ZANJAS	ESTRUCTURAS	AGLOMERADOS	HORMIGONES LOCALIZADOS (CANALIZACIONES...)	URBANIZACION	PREFABRICADOS	VARIOS (PINTURAS, BARRERAS...)
SEÑALIZACION DE RIESGOS								
ENTIBACION								
PLATAFORMA DE TRABAJO								
REDES VERTICALES								
REDES HORIZONTALES								
SEÑALIZACIÓN DE CARRETERAS								
OTRAS (especificar)								

(Marcar con una X lo que proceda)

2.- Accidentalidad.2.1.- Número de accidentes y clasificación personal de la CONTRATA PRINCIPAL.

<i>¿En qué fase ocurrió?</i>	LEVE	GRAVE / MUY GRAVE	MORTAL
MOVIMIENTO DE TIERRAS			
CIMENTACION			
ZANJAS			
ESTRUCTURA			
PILAS			
TABLERO			
HORMIGONADO LOCALIZADO			
CERRAMIENTOS			
ENFOSCADOS			
AGLOMERADOS			
PREFABRICADOS			
URBANIZACION			
ACABADOS			
OTROS			

(Indicar nº de accidentes en cada fase)

2.2.- Número de accidentes y clasificación personal de SUBCONTRATA.

<i>¿En qué fase ocurrió?</i>	LEVE	GRAVE / MUY GRAVE	MORTAL
MOVIMIENTO DE TIERRAS			
CIMENTACION			
ZANJAS			
ESTRUCTURA			
PILAS			
TABLERO			
HORMIGONADO LOCALIZADO			
CERRAMIENTOS			
ENFOSCADOS			
AGLOMERADOS			
PREFABRICADOS			
URBANIZACION			
ACABADOS			
OTROS			

(Indicar nº de accidentes en cada fase)

2.3.- Coste del accidente.-

<i>Analizar para cada accidente</i>	C1	C2	C3	C5	C6	C7	C8	C9	CT
ACCIDENTE 1									
ACCIDENTE 2									
....									
ACCIDENTE N									

(Indicar importes en miles de euros)

Considerando que:

C1.- Días de baja: número de días perdidos por el trabajador/es accidentados multiplicado por el coste horario.

C2.- Coste del personal: nº de días perdidos (el del accidente más los posteriores), por el coste horario de cada uno de los implicados.

Accidentado.

Otros compañeros.

Mandos y técnicos.

C3.- Suplemento de la prestación: del trabajador durante su baja.

C4.- Cotización de la seguridad social.

C5.- Daños materiales: reparaciones, materiales nuevos empleados... (especificar)

C6.- Pérdida de producción: se valorará el trabajo que se ha dejado de hacer, ej: metros cúbicos de hormigón que no se han vertido, piezas de prefabricado no colocado...

C7.- Incremento del coste para recuperar producción: se valorará si he tenido que contratar una nueva empresa, si han tenido que hacerse horas extras, si he incorporado más personal...

C8.- Nuevas medidas de prevención adoptadas: (especificar)

C9.- Coste de máquinas paradas.

C10.- Coste de atención al accidentado: traslados, gastos fúnebres...

C11.- Costes jurídicos: ¿se contrata abogados o dispone de asesoría jurídica? ¿cuota?...

C12.- Otros: Penalizaciones por incumplimiento de plazo, pérdida de mercado, de imagen.

OROS DATOS:1.- Nº de visitas de la inspección:

Rutinaria (apertura de centro de trabajo)

Con motivo de accidente

Con otros motivos (Indicar cuáles)

(Marcar nº de visitas según lo que proceda)

2.- Nº de actas de infracción y sanciones:

Sancionada directamente a la empresa principal
--

Sancionada solidariamente la empresa principal
--

(Marcar nº de actas según lo que proceda)

2.1.- Motivo:

	GRADO SANCION	IMPORTE	EMPRESA		MOTIVO			
			EMPRESA	SOLIDARIA	M1	M2	M3	M4
INFRACCION Nº2º								
INFRACCION Nº1								

Considerando que:

M1.- Falta de medidas de seguridad colectivas

M2.- Falta de medidas de protección individual


M3.- Falta de formación a los trabajadores

M4.- Otras faltas

G.- Graduación de la sanción.

I.- Importe en euros.

ANEXO 2: CUESTIONARIO DEFINITIVO

<p>1 OBRA:</p> <p>2 LOCALIZACIÓN:</p> <p>2 PROMOTOR: Nombre</p> <p><input type="checkbox"/> O.Pública</p> <p><input type="checkbox"/> O.Privada</p> <p>4 TIPOLOGÍA:</p> <p><input type="checkbox"/> Edificación</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Edificio Residencial</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Viviendas unifamiliares</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Edificios Singulares (especificar):</p> <p><input type="checkbox"/> O.Civil</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Carreteras</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Ferrocarril</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Edificio Residencial</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Obras hidráulicas</p> <p style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> Otras (especificar)</p> <p>5 PLAZO DE EJECUCIÓN:</p> <p><input type="checkbox"/> N° meses</p> <p><input type="checkbox"/> Fecha de inicio (indicar):</p> <p><input type="checkbox"/> Fecha de finalización (indicar):</p> <p><input type="checkbox"/> Grado de avance (indicar % de obra ejecutada respecto al total):</p> <p>6 PRESUPUESTO (Datos de Proyecto): % baja de adjudicación (indicar) <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Presupuesto de Ejecución Material:</p> <p><input type="checkbox"/> Presupuesto de Ejecución por Contrata:</p> <p><input type="checkbox"/> Presupuesto del PSS:</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Modificaciones técnicas del PSS?</p> <p style="margin-left: 40px;"><input type="checkbox"/> No</p> <p style="margin-left: 40px;"><input type="checkbox"/> Si → ¿Conllevan Incremento del PSS?: <input type="checkbox"/> No</p> <p style="margin-left: 80px;"><input type="checkbox"/> Si</p> <p>7 CALCULO DE COSTES REALES DE OBRA EJECUTADA:</p> <p><input type="checkbox"/> Indicar costes totales de ejecución (hasata la fecha):</p> <p><input type="checkbox"/> Indicar costes finales de ejecución:</p> <p><input type="checkbox"/> Indicar costes totales en seg y salud (hasta la fecha):</p> <p><input type="checkbox"/> Indicar costes finales en seg y salud:</p> <p>8 SUBCONTRATACIÓN:</p> <p><input type="checkbox"/> N° medio de subcontratas por empresa:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">mes 1</td> <td style="width: 15%;">mes2</td> <td style="width: 15%;">mes3</td> <td style="width: 15%;">mes.....</td> <td style="width: 15%;">mes4</td> <td style="width: 15%;">mes actual</td> </tr> </table> <p><input type="checkbox"/> N° medio de trabajadores por subcontratas:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">mes 1</td> <td style="width: 15%;">mes2</td> <td style="width: 15%;">mes3</td> <td style="width: 15%;">mes.....</td> <td style="width: 15%;">mes4</td> <td style="width: 15%;">mes actual</td> </tr> </table> <p>9 TRABAJADORES:</p> <p><input type="checkbox"/> N° medio de trabajadores:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">mes 1</td> <td style="width: 15%;">mes2</td> <td style="width: 15%;">mes3</td> <td style="width: 15%;">mes.....</td> <td style="width: 15%;">mes4</td> <td style="width: 15%;">mes actual</td> </tr> </table> <p><input type="checkbox"/> N° Total de trabajadores que han intervenido en la ejecución de la obra <input type="checkbox"/></p>	mes 1	mes2	mes3	mes.....	mes4	mes actual	mes 1	mes2	mes3	mes.....	mes4	mes actual	mes 1	mes2	mes3	mes.....	mes4	mes actual	<p>COD:</p>	<p>FECHA:</p>	 <p>UNIVERSIDAD DE GRANADA</p> <p>Inves: costes no-seg</p>
mes 1	mes2	mes3	mes.....	mes4	mes actual																
mes 1	mes2	mes3	mes.....	mes4	mes actual																
mes 1	mes2	mes3	mes.....	mes4	mes actual																

10 IMPLANTACIÓN DE PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Por empresa contratista
 Subcontratadas

11 COSTE DE IMPLANTACION DE MEDIDAS COLECTIVAS OR FASE DE OBRA:

Indicar coste en E y marcar con "C" o "S" si los costes son imputables a contratista o subcontratas

- Edificación:

Costes y s por fase	M.mto Tierras	Cimentaciones / Muros	Estructura	Cerramientos	Enfoscados / pinturas	Otros: solados, instalaciones,...	Urbanización	Zanjas
Señalización de Riesgos								
Plataformas de Trabajo								
Redes Verticales								
Redes Horizontales								
Barandillas borde forjado								
Andamio tubular								
Andamio colgado								
Entibaciones								
Otras (especificar)								

- O. Civil:

Costes y s por fase	M.mto Tierras	Zanjas	Estructuras	Aglomerados	Hormigones Localizados, Canalizaciones..	Urbanización	Prefabricados	Varios: pinturas, barreras,...
Señalización de Riesgos								
Entibaciones								
Plataforma de trabajo								
Redes Verticales								
Redes horizontales								
Señalización de carreteras								
Otras (especificar)								

12 ACCIDENTALIDAD:

12: Indicar Nº Accidentes del personal del contratista ppal:

Adjuntar parte de accidente en su caso

¿En qué fase ocurrió?	Leve	Grave / Muy Grave	Mortal
COLOCACIÓN DE PROTECCIONES COLECT			
MOVIMIENTO DE TIERRAS			
CIMENTACION			
ZANJAS			
ESTRUCTURA			
PILAS			
TABLERO			
HORMIGONADO LOCALIZADO			
CERRAMIENTOS			
ENFOSCADOS			
AGLOMERADOS			
PREFABRICADOS			
URBANIZACION			
ACABADOS			
OTROS			

12.: Indicar Nº Accidentes del personal de empresas subcontratistas:

Adjuntar parte de accidente en su caso

¿En qué fase ocurrió?	Leve	Grave / Muy Grave	Mortal
COLOCACIÓN DE PROTECCIONES COLECT			
MOVIMIENTO DE TIERRAS			
CIMENTACION			
ZANJAS			
ESTRUCTURA			
PILAS			
TABLERO			
HORMIGONADO LOCALIZADO			
CERRAMIENTOS			
ENFOSCADOS			
AGLOMERADOS			
PREFABRICADOS			
URBANIZACION			
ACABADOS			
OTROS			

12.: Coste del Accidentes (no mortales)

12.: Imputables a la obra:

Costes de personal				
	Concepto	Nº días u horas	Coste horario	Coste total
C1	Por días de baja del accidentado			
C2	Compañeros			
C3	Mandos y técnicos			
C4	Cotización seg social			
C5	Nueva contratación			
C6	Horas extraordinarias (recuperar producc.)			
C7	Costes atención accidentado			
C8	Otros:			
Costes materiales				
	Concepto	Unidades físicas	Coste unitario	Coste total
C 9	Daños maquinaria/herramientas...			
C10	Pérdida de producción			
C12	Coste producción perdida			
C13	Incremento del coste por reparaciones, reconstrucción..			
C14	Incremento de costes para recuperara producción..			
C15	Incremento de costes contratación de otras subcont / alquiler de máquinas, etc....			
C16	Otros costes materiales			
Costes Generales				
	Concepto	Unidades físicas	Coste unitario	Coste total
C17	Nuevas medidas adoptadas			
C19	Costes jurídicos			
C20	Penalizaciones por incumplimientos			
C21	Otros:			

13 INSPECCIÓN DE TRABAJO:

13. Visitas Inspección de Trabajo

Objeto	Nº	Resultados	Grado	Importe	Motivo
Visita Rutinaria	1	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
	2	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
	3	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
	4	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
Visita por accidente	1	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
	2	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
	3	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
	4	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras
Otro (indicar)	1	<input type="checkbox"/> No Sanciona	<input type="checkbox"/> Sanción Contratista <input type="checkbox"/> Sanción Solidaria		<input type="checkbox"/> Falta prot colectiva <input type="checkbox"/> Falta Epis <input type="checkbox"/> Falta formación <input type="checkbox"/> Otras

ANEXO 3: CARTA DEL EDITOR DE SAFETY SCIENCE

Asunto: Your Submission SAFETY-D-12-00333
Desde: "Safety Science" <jean-luc.wybo@mines-paristech.fr>
Fecha: 2012.08.22 3:12 am
A: mcrubio@ugr.es

Manuscript Number: SAFETY-D-12-00333
Article Title: The impact of health and safety investment on construction company costs Safety Science Dear mayca,

Reviewers have now commented on your paper. You will see that they are advising that you revise your manuscript. If you are prepared to undertake the work required, I would be pleased to reconsider the paper and send it out again for checking by one of the reviewers.

For your guidance, reviewers' comments are appended below.

If you decide to revise the work, please submit a list of changes or a rebuttal against each point which is being raised when you submit the revised manuscript.

To submit a revision, go to <http://ees.elsevier.com/safety/> and log in as an Author. You will see a menu item called "Submissions Needing Revision". You will find your submission record there. If you really intend to submit a revision, kindly click on the "Submit Revision" link immediately after logging in even if you will still not be able to submit your revised manuscript right there and then. Doing this is important to let us know that you really intend to submit a revised version of your paper. Thank you.

Yours sincerely,

Sherif Mohamed
Associate Editor
Safety Science

ANEXO 4: TABLA A.1. COSTES DE ACCIDENTES Y DE PREVENCIÓN POR FASE Y OBRA

Resumen de los datos de siniestralidad y de los costes de implantación de medidas de seguridad y salud por fase y obra.

ID	CÓDIGO DE OBRA	ACCIDENTES PERSONAL PROPIO	ACCIDENTES PERSONAL SUBCONTRATADO	TOTAL ACCIDENTES POR OBRA	COSTE TOTAL ACCIDENTES	AGLOMERADO	CERRAMIENTOS	CIMENTACIONES / MUROS	ENFOSCADOS PINTURAS	ESTRUCTURA	HORMIGONES LOCALIZADOS	MVTO TIERRAS	PINTURAS BARRERAS
1	MA/1/01/10-7-2007 (1ª)	5	11	16	21.081,83		54.453,29	22.321,12		127.293,87		33.998,36	
2	AL/1/02/11-7-2007 (1ª)	0	11	11	5.208,69		5.772,01	8.726,50		43.471,29		12.498,57	
3	MA/1/03/17-7-2007 (1ª)	2	4	6	2.420,68			28.193,01		80.432,50		12.249,97	
4	MA/1/04/18-7-2007 (1ª)	0	0	0	135,32			3.746,62				3.746,62	
5	GR/1/05/19-7-2007 (1ª)	0	1	1	301,74		20.604,09	20.604,09	1.728,50	20.604,09		20.604,09	
6	AL/2/06/27-7-2007 (1ª)	1	1	2	575,75							601,17	
7	AL/2/07/27-7-2007 (1ª)	0	0	0	190,79							257,26	
8	MA/1/08/30-7-2007 (1ª)	4	8	12	3.676,39		4.057,12	350,90	1.107,95	4.014,70		3.582,23	
9	GR/1/09/1-8-2007 (1ª)	3	4	7	8.318,96		49.477,11	25.667,19		127.298,23		42.497,78	
10	ME/1/10/2-8-2007 (1ª)	10	0	10	5.208,69				1.874,12			1.491,33	
11	ME/1/11/2-8-2007 (1ª)	0	2	2	316,30		7.241,43	12.771,69	4.412,78	21.438,12		10.741,70	
2	ME/1/12/2-8-2007 (1ª)	4	0	4	1.510,40		10.982,32	12.477,65	2.372,66	24.882,19		7.592,13	
13	ME/2/13/2-8-2007 (1ª)	2	0	2	0,00					6.421,32	2.106,23	5.891,23	1.135,04
14	ME/2/14/2-8-2007 (1ª)	0	0	0	0,00						2.697,96	3.564,23	
15	ME/1/15/2-8-2007 (1ª)	4	0	4	2.677,06		3.431,87	3.981,12	1.998,25	24.512,66			
16	ME/2/16/2-8-2007 (1ª)	0	0	0	0,00	847,65					2.427,13	1.279,27	
17	ME/1/17/2-8-2007 (1ª)	0	0	0	0,00			739,93		1.471,27			
18	ME/1/18/2-8-2007 (1ª)	2	0	2	2.510,63		3.897,12	8.321,67	2.453,00	11.291,54		4.729,13	
19	ME/1/19/3-8-2007 (1ª)	0	0	0	0,00								33.170,60
20	ME/1/20/3-8-2007 (1ª)	3	0	3	3.682,35		13.571,24	5.250,65	959,14	43.548,14		1.327,11	
21	MA/2/21/7-8-2007 (1ª)	4	1	5	1.259,08					112.220,20	4.712,24	72.854,20	

ID	CÓDIGO DE OBRA	ACCIDENTES PERSONAL PROPIO	ACCIDENTES PERSONAL SUBCONTRATADO	TOTAL ACCIDENTES POR OBRA	COSTE TOTAL ACCIDENTES	AGLOMERADO	CERRAMIENTOS	CIMENTACIONES / MUROS	ENFOSCADOS PINTURAS	ESTRUCTURA	HORMIGONES LOCALIZADOS	MVTO TIERRAS	PINTURAS BARRERAS
22	JA/2/22/8-8-2007 (1ª)	2	2	4	3.786,56	12.354,10				27.181,10	19.302,23	28.051,82	
23	JA/2/23/8-8-2007 (1ª)	7	0	7	2.004,62	12.706,85				26.181,66	9.146,23	15.754,36	
24	MA/1/24/22-8-2007 (1ª)	1	3	4	1.453,24			67.499,12		27.894,17		28.017,28	
25	GR/1/26/21-9-2007 (1ª)	0	4	4	0,00			704,82				1.299,08	
26	AL/2/27/25-9-2007 (1ª)	1	3	4	1.179,30	3.784,61				14.445,41	3.415,60	9.234,65	
27	CE/28/1/2-10-2007 (1ª)	6	13	19	21.448,85		100.780,84	254.411,80		318.388,60		174.429,70	
28	CE/29/1/2-10-2007 (1ª)	0	3	3	0,00		2.630,99	2.329,72		7.769,16		3.419,71	
29	MA/30/2/8-10-2007 (1ª)	13	11	24	13.125,54						26.562,40	157.429,72	
30	AL/31/1/15-10-2007 (1ª)	0	6	6	0,00			22.819,07		94.244,65		68.457,24	
31	MA/32/2/15-11-2007 (1ª)	0	0	0	0,00						1.132,54	1.947,21	865,29
32	MA/33/2/15-11-2007 (1ª)	0	0	0	0,00						4.125,71	3.956,23	3.048,41
33	MA/34/2/15-11-2007 (1ª)	0	0	0	0,00					1.811,09	2.416,52	3.319,57	
34	MA/35/1/27-12-2007 (1ª)	0	0	0	0,00		14.672,64	1.071,37	563,39	14.819,35		1.478,23	
35	MA/36/1/27-12-2007 (1ª)	0	0	0	301,74		9.827,71	4.754,47	847,23	20.844,37		2.145,23	
36	MA/37/2/15-1-2008 (1ª)	1	0	1	1.078,39	4.450,08					2.540,30	3.556,03	
37	MA/1/38/15-1-2008 (1ª)	3	2	5	1.314,55		7.927,92			623,14	7.468,66	541,03	
38	MA/1/39/15-1-2008 (1ª)	0	0	0	0,00		1.991,74	4.214,98		29.498,20		1.004,21	
39	MA/40/1/2-1-2008 (1ª)	3	2	5	1.425,50		113.112,32	13.559,37	6.789,23	132.668,90		8.492,71	
40	GR/41/2/9-5-2008 (1ª)	5	0	5	1.231,34						72.492,87	33.219,23	

ANEXO 5: FECHAS DE LAS OBRAS

A modo de resumen los datos de campo utilizados, continuación se incluye de manera detallada para cada obra los datos referentes a, número de trabajadores, número de accidentes y costes, procediéndose a calcular el Índice de incidencia y el Índice de frecuencia, para usarlos posteriormente en las relaciones que estudian las hipótesis planteadas.

Nombre	Promotor	Tipo Obra
MA/1/01/10-7-2007 (1ª)	Privado	Edificación Unifamiliar
DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	21 de noviembre de 2005	
Presupuesto Ejecución	35.208.749,67	Plazo Meses 24
Baja de Adjudicación	15,12%	Grado Avance 41,90%
Presupuesto Seguridad y Salud	493.731,53	
Coste Origen en SSL	250.465,55	%/PSSL 50,73%
INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	238	
Número de Accidentes	6	
Coste Accidentes Origen	21081,83	
Indice Incidencia	25,21	
Indice de Frecuencia	3390,11	

Nombre		Promotor		Tipo Obra
MA/2/21/7-8-2007 (1ª)		Publico		Obra Civil Carreteras

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	15 de diciembre de 2005		
Presupuesto Ejecución	28.920.334,00	Plazo Meses	19
Baja de Adjudicación	27,40%	Grado Avance	59,42%
Presupuesto Seguridad y Salud	269.197,18		
Coste Origen en SSL	234.041,33	%/PSSL	86,94%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	126
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	1259,08
Indice Incidencia	7,94
Indice de Frecuencia	503,27
Nombre	
AL/1/02/11-7-2007 (1ª)	
Promotor	Privado
Tipo Obra	Edificación Singular

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	16 de diciembre de 2005		
Presupuesto Ejecución	11.970.529,95	Plazo Meses	14
Baja de Adjudicación	27,80%	Grado Avance	37,96%
Presupuesto Seguridad y Salud	118.948,19		
Coste Origen en SSL	70.468,38	%/PSSL	59,24%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	63
Número de Accidentes	11
Coste Accidentes Origen	5208,69
Indice Incidencia	174,60
Indice de Frecuencia	11760,50

Nombre	Promotor	Tipo Obra
JA/2/22/8-8-2007 (1ª)	Público	Obra Civil Carreteras

DATOS ADMINISTRATIVOS	
Fecha Comienzo	11 de febrero de 2005
Presupuesto Ejecución	10.836.940,60
Plazo Meses	20
Baja de Adjudicación	14,20%
Grado Avance	90,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	135.638,18
Coste Origen en SSL	134.247,98
%/PSSL	98,98%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	52
Número de Accidentes	2
Coste Accidentes Origen	3786,56
Indice Incidencia	38,46
Indice de Frecuencia	631,31
Nombre	
MA/1/03/17-7-2007 (1ª)	
Promotor	Privado
Tipo Obra	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS	
Fecha Comienzo	17 de enero de 2007
Presupuesto Ejecución	28.075.606,43
Plazo Meses	24
Baja de Adjudicación	4,50%
Grado Avance	24,15%
Presupuesto Seguridad y Salud	103.324,37
Coste Origen en SSL	150.503,82
%/PSSL	145,66%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	131
Número de Accidentes	4
Coste Accidentes Origen	2420,68
Indice Incidencia	30,53
Indice de Frecuencia	3921,20

Nombre		Promotor		Tipo Obra
JA/2/23/8-8-2007 (1ª)		Publico		Obra Civil Carreteras

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	13 de diciembre de 2004		
Presupuesto Ejecución	17.102.692,24	Plazo Meses	24
Baja de Adjudicación	12,28%	Grado Avance	100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	108.874,45		
Coste Origen en SSL	150.253,02	%/PSSL	138,01%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	92
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	2004,62
Indice Incidencia	10,87
Indice de Frecuencia	236,74
MA/1/04/18-7-2007 (1ª)	
	Privado
	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	23 de mayo de 2007		
Presupuesto Ejecución	16.762.055,01	Plazo Meses	22
Baja de Adjudicación	4,56%	Grado Avance	1,08%
Presupuesto Seguridad y Salud	117.428,93		
Coste Origen en SSL	7.493,24	%/PSSL	6,38%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	8
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	135,32
Indice Incidencia	125,00
Indice de Frecuencia	23913,38

Nombre	Promotor	Tipo Obra
MA/1/24/22-8-2007 (1ª)	Privado	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS	
Fecha Comienzo	14 de julio de 2007
Presupuesto Ejecución	11.141.490,13
Plazo Meses	22
Baja de Adjudicación	14,17%
Grado Avance	90,42%
Presupuesto Seguridad y Salud	147.665,00
Coste Origen en SSL	149.647,08
%/PSSL	101,34%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	225
Número de Accidentes	3
Coste Accidentes Origen	1453,24
Indice Incidencia	13,33
Indice de Frecuencia	856,88
Nombre	
GR/1/05/19-7-2007 (1ª)	
Promotor	Privado
Tipo Obra	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS	
Fecha Comienzo	16 de junio de 2005
Presupuesto Ejecución	3.476.287,19
Plazo Meses	24
Baja de Adjudicación	0,00%
Grado Avance	98,05%
Presupuesto Seguridad y Salud	108.781,03
Coste Origen en SSL	89.330,32
%/PSSL	82,12%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	119
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	301,74
Indice Incidencia	8,40
Indice de Frecuencia	241,45

Nombre		Promotor		Tipo Obra
GR/1/26/21-9-2007 (1ª)		Privado		Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	29 de diciembre de 2006		
Presupuesto Ejecución	21.049.088,16	Plazo Meses	24
Baja de Adjudicación	0,00%	Grado Avance	10,47%
Presupuesto Seguridad y Salud	338.062,83		
Coste Origen en SSL	19.541,62	%/PSSL	5,78%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	63
Número de Accidentes	6
Coste Accidentes Origen	0,00
Indice Incidencia	95,24
Indice de Frecuencia	13566,90
Nombre	
AL/2/06/27-7-2007 (1ª)	
Promotor	Publico
Tipo Obra	Obra Civil Aeropuerto

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	15 de febrero de 2007		
Presupuesto Ejecución	23.543.230,04	Plazo Meses	31
Baja de Adjudicación	24,50%	Grado Avance	2,72%
Presupuesto Seguridad y Salud	623.169,17		
Coste Origen en SSL	1.925,48	%/PSSL	0,31%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	21
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	575,75
Indice Incidencia	47,62
Indice de Frecuencia	6738,40

Nombre	Promotor	Tipo Obra
AL/2/27/25-9-2007 (1ª)	Publico	Obra Civil Carreteras

DATOS ADMINISTRATIVOS	
Fecha Comienzo	22 de marzo de 2006
Presupuesto Ejecución	8.169.207,20
Plazo Meses	22
Baja de Adjudicación	24,19%
Grado Avance	92,81%
Presupuesto Seguridad y Salud	56.500,00
Coste Origen en SSL	44.251,19
%/PSSL	78,32%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	61
Número de Accidentes	3
Coste Accidentes Origen	1179,30
Indice Incidencia	49,18
Indice de Frecuencia	834,82
Nombre	
AL/2/07/27-7-2007 (1ª)	
Promotor	Publico
Tipo Obra	Obra Civil Aeropuerto

DATOS ADMINISTRATIVOS	
Fecha Comienzo	20 de abril de 2007
Presupuesto Ejecución	2.078.025,08
Plazo Meses	6
Baja de Adjudicación	20,00%
Grado Avance	1,71%
Presupuesto Seguridad y Salud	57.756,29
Coste Origen en SSL	278,45
%/PSSL	0,48%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	14
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	190,79
Indice Incidencia	71,43
Indice de Frecuencia	55378,34

Nombre		Promotor		Tipo Obra
CE/28/1/2-10-2007 (1ª)		Publico		Edificación Singular

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	22 de agosto de 2003		
Presupuesto Ejecución	65.958.199,72	Plazo Meses	48
Baja de Adjudicación	12,20%	Grado Avance	57,33%
Presupuesto Seguridad y Salud	692.750,60		
Coste Origen en SSL	402.719,21	%/PSSL	58,13%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	249
Número de Accidentes	12
Coste Accidentes Origen	21448,85
Indice Incidencia	48,19
Indice de Frecuencia	2477,68
Nombre	
MA/1/08/30-7-2007 (1ª)	
Promotor	Privado
Tipo Obra	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	22 de junio de 2005		
Presupuesto Ejecución	35.844.000,00	Plazo Meses	22
Baja de Adjudicación	0,00%	Grado Avance	83,93%
Presupuesto Seguridad y Salud	609.578,45		
Coste Origen en SSL	301.791,88	%/PSSL	49,51%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	326
Número de Accidentes	8
Coste Accidentes Origen	3676,39
Indice Incidencia	24,54
Indice de Frecuencia	2461,71

Nombre	Promotor	Tipo Obra
CE/29/1/2-10-2007 (1ª)	Público	Edificación Singular

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	3 de febrero de 2006	
Presupuesto Ejecución	15.542.511,69	Plazo Meses 26
Baja de Adjudicación	31,77%	Grado Avance 29,27%
Presupuesto Seguridad y Salud	247.881,50	
Coste Origen en SSL	28.523,97	%/PSSL 11,51%

INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	51	
Número de Accidentes	3	
Coste Accidentes Origen	0,00	
Indice Incidencia	58,82	
Indice de Frecuencia	2239,82	
Nombre	Promotor	Tipo Obra
GR/1/09/1-8-2007 (1ª)	Privado	Edificación Singular

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	3 de enero de 2005	
Presupuesto Ejecución	32.635.564,00	Plazo Meses 35
Baja de Adjudicación	21,36%	Grado Avance 58,23%
Presupuesto Seguridad y Salud	111.958,56	
Coste Origen en SSL	328.273,35	%/PSSL 293,21%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	116
Número de Accidentes	2
Coste Accidentes Origen	8318,96
Indice Incidencia	17,24
Indice de Frecuencia	557,57

Nombre		Promotor		Tipo Obra
MA/30/2/8-10-2007 (1ª)		Publico		Obra Civil Ferrocarril

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	12 de febrero de 2006		
Presupuesto Ejecución	88.854.964,25	Plazo Meses	40
Baja de Adjudicación	0,00%	Grado Avance	31,72%
Presupuesto Seguridad y Salud	1.543.664,18		
Coste Origen en SSL	813.305,93	%/PSSL	52,69%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	632
Número de Accidentes	9
Coste Accidentes Origen	13125,54
Indice Incidencia	14,24
Indice de Frecuencia	4030,29
Nombre	
ME/1/10/2-8-2007 (1ª)	
Promotor	Publico
Tipo Obra	Edificación Singular

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	1 de diciembre de 2005		
Presupuesto Ejecución	4.629.589,57	Plazo Meses	20
Baja de Adjudicación	19,40%	Grado Avance	100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	76.191,88		
Coste Origen en SSL	60.574,42	%/PSSL	79,50%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	94
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	5208,69
Indice Incidencia	10,64
Indice de Frecuencia	284,09

Nombre	Promotor	Tipo Obra
AL/31/1/15-10-2007 (1ª)	Público	Edificación Singular

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	12 de mayo de 2005	
Presupuesto Ejecución	8.314.442,23	Plazo Meses 19
Baja de Adjudicación	8,59%	Grado Avance 20,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	115.944,69	
Coste Origen en SSL	36.964,43	%/PSSL 31,88%

INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	83	
Número de Accidentes	6	
Coste Accidentes Origen	0,00	
Indice Incidencia	72,29	
Indice de Frecuencia	8971,29	
Nombre	Promotor	Tipo Obra
ME/1/11/2-8-2007 (1ª)	Privado	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	11 de febrero de 2002	
Presupuesto Ejecución	3.687.888,73	Plazo Meses 20
Baja de Adjudicación	5,00%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	61.023,80	
Coste Origen en SSL	61.023,80	%/PSSL 100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	89
Número de Accidentes	2
Coste Accidentes Origen	316,30
Indice Incidencia	22,47
Indice de Frecuencia	568,18

Nombre		Promotor		Tipo Obra
MA/32/2/15-11-2007 (1ª)		Publico		Obra Civil Hidráulica

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	13 de noviembre de 2006		
Presupuesto Ejecución	4.197.154,90	Plazo Meses	10
Baja de Adjudicación	0,00%	Grado Avance	100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	35.824,42		
Coste Origen en SSL	35.824,42	%/PSSL	100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	43
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	0,00
Indice Incidencia	23,26
Indice de Frecuencia	568,18
Nombre	
ME/1/12/2-8-2007 (1ª)	
Promotor	Privado
Tipo Obra	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	28 de diciembre de 2001		
Presupuesto Ejecución	3.332.175,25	Plazo Meses	67
Baja de Adjudicación	11,30%	Grado Avance	100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	81.297,29		
Coste Origen en SSL	82.339,81	%/PSSL	101,28%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	48
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	1510,40
Indice Incidencia	20,83
Indice de Frecuencia	84,80

Nombre	Promotor	Tipo Obra
MA/33/2/15-11-2007 (1ª)	Publico	Obra Civil Hidráulica

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	1 de diciembre de 2005	
Presupuesto Ejecución	2.688.017,33	Plazo Meses 12
Baja de Adjudicación	32,81%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	12.713,02	
Coste Origen en SSL	34.680,83	%/PSSL 272,80%

INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	58	
Número de Accidentes	1	
Coste Accidentes Origen	0,00	
Indice Incidencia	17,24	
Indice de Frecuencia	473,48	
Nombre	Promotor	Tipo Obra
ME/2/13/2-8-2007 (1ª)	Publico	Obra Civil Hidráulica

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	5 de octubre de 2005	
Presupuesto Ejecución	3.092.763,53	Plazo Meses 20
Baja de Adjudicación	11,45%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	21.817,85	
Coste Origen en SSL	22.056,78	%/PSSL 101,10%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	22
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	0,00
Indice Incidencia	45,45
Indice de Frecuencia	284,09

Nombre	Promotor	Tipo Obra
MA/34/2/15-11-2007 (1ª)	Publico	Obra Civil Hidráulica

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	3 de mayo de 2007	
Presupuesto Ejecución	1.085.959,66	Plazo Meses 5
Baja de Adjudicación	7,28%	Grado Avance 84,70%
Presupuesto Seguridad y Salud	9.353,66	
Coste Origen en SSL	3.480,80	%/PSSL 37,21%

INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	11	
Número de Accidentes	1	
Coste Accidentes Origen	0,00	
Indice Incidencia	90,91	
Indice de Frecuencia	1341,63	
Nombre	Promotor	Tipo Obra
ME/2/14/2-8-2007 (1ª)	Publico	Obra Civil Hidráulica

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	3 de agosto de 2006	
Presupuesto Ejecución	364.737,70	Plazo Meses 8
Baja de Adjudicación	21,30%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	11.429,32	
Coste Origen en SSL	11.429,32	%/PSSL 100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	11
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	0,00
Indice Incidencia	90,91
Indice de Frecuencia	710,23

Nombre	Promotor	Tipo Obra
MA/35/1/27-12-2007 (1ª)	Privado	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	3 de octubre de 2005	
Presupuesto Ejecución	5.366.548,30	Plazo Meses 21
Baja de Adjudicación	9,78%	Grado Avance 89,17%
Presupuesto Seguridad y Salud	79.427,62	
Coste Origen en SSL	48.093,13	%/PSSL 60,55%

INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	49	
Número de Accidentes	1	
Coste Accidentes Origen	0,00	
Indice Incidencia	20,41	
Indice de Frecuencia	303,42	
ME/1/15/2-8-2007 (1ª)	Privado	Edificación Residencial

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	23 de octubre de 2005	
Presupuesto Ejecución	2.616.939,83	Plazo Meses 16
Baja de Adjudicación	13,20%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	50.043,96	
Coste Origen en SSL	50.043,96	%/PSSL 100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	37
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	2677,06
Indice Incidencia	27,03
Indice de Frecuencia	355,11

Nombre		Promotor		Tipo Obra
MA/36/1/27-12-2007 (1ª)		Privado		Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	3 de octubre de 2005		
Presupuesto Ejecución	5.059.372,22	Plazo Meses	24
Baja de Adjudicación	10,30%	Grado Avance	74,27%
Presupuesto Seguridad y Salud	116.365,56		
Coste Origen en SSL	51.525,47	%/PSSL	44,28%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	34
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	301,74
Indice Incidencia	29,41
Indice de Frecuencia	318,76
Nombre	
ME/2/16/2-8-2007 (1ª)	
Promotor	Publico
Tipo Obra	Obra Civil Urbanización

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	16 de abril de 2007		
Presupuesto Ejecución	438.727,73	Plazo Meses	5
Baja de Adjudicación	18,41%	Grado Avance	45,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	19.226,69		
Coste Origen en SSL	12.324,97	%/PSSL	64,10%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	11
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	0,00
Indice Incidencia	90,91
Indice de Frecuencia	2525,25

Nombre		Promotor		Tipo Obra
MA/37/2/15-1-2008 (1ª)		Publico		Obra Civil Paseo marítimo

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	12 de octubre de 2004		
Presupuesto Ejecución	3.243.326,90	Plazo Meses	18
Baja de Adjudicación	13,21%	Grado Avance	100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	20.193,37		
Coste Origen en SSL	20.193,37	%/PSSL	100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	19
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	1078,39
Indice Incidencia	52,63
Indice de Frecuencia	315,66
Nombre	
ME/1/17/2-8-2007 (1ª)	
Promotor	Publico
Tipo Obra	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	16 de abril de 2007		
Presupuesto Ejecución	598.595,04	Plazo Meses	6
Baja de Adjudicación	12,23%	Grado Avance	38,39%
Presupuesto Seguridad y Salud	5.045,01		
Coste Origen en SSL	3.217,81	%/PSSL	63,78%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	8
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	0,00
Indice Incidencia	125,00
Indice de Frecuencia	2466,71

Nombre	Promotor	Tipo Obra
MA/1/38/15-1-2008 (1ª)	Privado	Edificación Parking

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	22 de mayo de 2004	
Presupuesto Ejecución	2.285.658,18	Plazo Meses 24
Baja de Adjudicación	7,18%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	24.001,00	
Coste Origen en SSL	24.001,00	%/PSSL 100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	149
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	1314,55
Indice Incidencia	6,71
Indice de Frecuencia	236,74
Nombre	Promotor
ME/1/18/2-8-2007 (1ª)	Privado
Tipo Obra	Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	14 de octubre de 2004	
Presupuesto Ejecución	2.948.572,30	Plazo Meses 32
Baja de Adjudicación	19,24%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	52.910,75	
Coste Origen en SSL	52.910,75	%/PSSL 100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	72
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	2510,63
Indice Incidencia	13,89
Indice de Frecuencia	177,56

Nombre	Promotor	Tipo Obra
MA/1/39/15-1-2008 (1ª)	Privado	Edificación Parking

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	28 de marzo de 2006	
Presupuesto Ejecución	4.001.643,38	Plazo Meses 14
Baja de Adjudicación	7,49%	Grado Avance 100,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	38.082,00	
Coste Origen en SSL	38.082,00	%/PSSL 100,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	112	
Número de Accidentes	1	
Coste Accidentes Origen	0,00	
Indice Incidencia	8,93	
Indice de Frecuencia	405,84	
Nombre	Promotor	Tipo Obra
ME/1/19/3-8-2007 (1ª)	Publico	Obra Civil Vertedero

DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	3 de julio de 2006	
Presupuesto Ejecución	17.878.667,05	Plazo Meses 32
Baja de Adjudicación	11,02%	Grado Avance 13,29%
Presupuesto Seguridad y Salud	193.947,28	
Coste Origen en SSL	42.668,42	%/PSSL 22,00%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	31
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	0,00
Indice Incidencia	32,26
Indice de Frecuencia	1336,02

Nombre		Promotor		Tipo Obra
MA/40/1/2-1-2008 (1ª)		Privado		Edificación Unifamiliar

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	6 de abril de 2005		
Presupuesto Ejecución	11.622.749,49	Plazo Meses	18
Baja de Adjudicación	3,27%	Grado Avance	98,71%
Presupuesto Seguridad y Salud	91.002,98		
Coste Origen en SSL	332.401,72	%/PSSL	365,26%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	89
Número de Accidentes	2
Coste Accidentes Origen	1425,50
Indice Incidencia	22,47
Indice de Frecuencia	639,56
Nombre	
ME/1/20/3-8-2007 (1ª)	
Promotor	Publico
Tipo Obra	Edificación Singular

DATOS ADMINISTRATIVOS			
Fecha Comienzo	28 de junio de 2005		
Presupuesto Ejecución	3.968.346,34	Plazo Meses	24
Baja de Adjudicación	17,20%	Grado Avance	95,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	80.031,79		
Coste Origen en SSL	85.429,17	%/PSSL	106,74%

INDICES ACCIDENTALIDAD	
Número de Trabajadores Total Origen	44
Número de Accidentes	1
Coste Accidentes Origen	3682,35
Indice Incidencia	22,73
Indice de Frecuencia	249,20

Nombre	Promotor	Tipo Obra
GR/41/2/9-5-2008 (1ª)	Publico	Obra Civil Carreteras
DATOS ADMINISTRATIVOS		
Fecha Comienzo	30 de diciembre de 2005	
Presupuesto Ejecución	48.942.206,47	Plazo Meses 36
Baja de Adjudicación	42,00%	Grado Avance 6,00%
Presupuesto Seguridad y Salud	150.106,00	
Coste Origen en SSL	168.159,27	%/PSSL 112,03%
INDICES ACCIDENTALIDAD		
Número de Trabajadores Total Origen	54	
Número de Accidentes	1	
Coste Accidentes Origen	1231,34	
Indice Incidencia	18,52	
Indice de Frecuencia	2630,47	

