



Escola Tècnica Superior d'Enginyers  
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## TESIS DE MÁSTER

Máster

Ingeniería Civil

Título

MODELO DE VALOR DEL GRADO DE SEGURIDAD EN  
PROYECTOS CONSTRUCTIVOS

Autor

Oscar Iván Maldonado Merchán

Tutores

Antonio Aguado de Cea

Intensificación

Metodología de Toma de Decisión Multicriterio

Fecha

Junio de 2013





Escola Tècnica Superior d'Enginyers  
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## TESIS DE MÁSTER

Máster

Ingeniería Civil

Título

MODELO DE VALOR DEL GRADO DE SEGURIDAD EN  
PROYECTOS CONSTRUCTIVOS

Autor

Oscar Iván Maldonado Merchán

Tutores

Antonio Aguado de Cea

Intensificación

Metodología de Toma de Decisión Multicriterio

Fecha

Junio de 2013



## RESUMEN

El presente trabajo ha desarrollado un método para valorar el grado de seguridad en los proyectos constructivos. Este estudio se efectúa mediante la metodología MIVES –Modelo integrado de valor para evaluaciones sostenibles- basada en disgregar los diferentes parámetros de la evaluación, definiendo un modelo que sea capaz de ser ponderado para cada una de las alternativas, en una magnitud adimensional que llamaremos valor. Para identificar los diferentes parámetros que conforman la determinación del grado de riesgo en las obras, se recurrió a la estadística de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, extrayendo de allí dos variables que permiten determinar los riesgos que se puedan presentar en las obras. Una variable corresponde al lugar del accidente, diferenciando por un lado, los accidentes que han tenido lugar durante la jornada de trabajo, que incluyen los ocurridos en alguna de las tres situaciones siguientes: en el centro de trabajo habitual, en desplazamiento durante la jornada laboral y en otro centro o lugar de trabajo y, por otro, los accidentes "in itinere", que son los ocurridos al ir o al volver del trabajo. La otra variable corresponde a la forma o contacto que ocasionó la lesión y se describe como el modo en que la víctima ha resultado lesionada, tanto física como psicológicamente por el agente material que ocasionó la lesión. Esta variable corresponde a los riesgos que se pueden presentar en las obras y ocurren durante la jornada de trabajo. Para evaluar los accidentes "in itinere", se recurre a los medios de transporte utilizados para realizar dichos desplazamiento, ya que este, es uno de los requisitos integrantes de la noción de este tipo de accidentes. Una vez determinado el grado de riesgo en las diferentes formas o contactos, para las actividades de la obra, durante la jornada laboral y la probabilidad de que ocurran accidentes "in itinere" según el medio de transporte; se valora el grado de riesgo para la obra. De lo anterior se han sacado conclusiones para futuras aplicaciones del método y mejoras del mismo.



## SUMMARY

The present study has developed a method to evaluate the rank of safety in construction projects. This study was performed using the MIVES methodology -value integrated model for sustainable assessments-based disaggregate different evaluation parameters, defining a model which is able to be weighted for each alternatives, a dimensionless magnitude we call value. To identify the different parameters that conform the determination of the risk rank of the works, we used the Ministry of Employment and Social Security work accident statistics, extracting two variables from these statistics for determining the risks that may happen in the works. One variable corresponds to the crash site, differentiating on one hand, accidents that have taken place during the working day, which include those that occurred in one of the following three situations: in the usual workplace, at offset during the workday and in another center or workplace and, on the other, accidents "in itinere", which are occurring while going to or coming home from work. The other variable corresponds to the form or contact which caused the injury and is described as the way that the victim has been injured, both physically and psychologically by the material agent which caused injury. This variable corresponds to the risks that may occur in the works and during the working day. To evaluate accidents "in itinere", we use the means of transport used for such movements, is one of the requirements members of the notion of this type of accidents. Once the degree of risk is determined in different ways or contacts, for the work activities, during the workday and the probability of accidents "in itinere" according to the means of transport; is valued the risk rank to the work. Some conclusions have been drawn for future applications of this method and its possible improvements.



# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer al profesor Antonio Aguado de Cea por su apoyo y buena disposición durante el desarrollo de esta tesis final de máster.

De igual forma agradezco a mi madre, a mi padre y a mi hermana, ya que ellos son el motor de mi vida y sin esta familia tan maravillosa, no hubieran sido posibles los logros alcanzados hasta la fecha.

Agradezco a Roberto Rodríguez López su apoyo y buena disposición a la hora de coordinar los horarios de trabajo con los horarios del máster. Sin desmeritar la amistad que nos une.

También agradezco a mi amigos del máster, Alejo, Antonio, Ismael, José, Juama y Patricio, ya sin ellos el máster no hubiera sido lo fue, un máster divertido, con momentos inolvidables, que hacen parte de mis buenos recuerdos. Lo más importante es que esa amistad se conserva.

Paso a agradecer a Carlos, Diego y Edinson, su más sincera amistad, amistad que se forjo desde el paso por nuestra querida UIS y que se mantiene intacta.

Agradezco a mis amigos en Colombia, especialmente a los del Conjunto, ya que a pesar del tiempo y la distancia, aun se mantiene la buena amistad.

Agradezco a mi familia en general, ya que a pesar del tiempo y la distancia, aun se mantiene la buena amistad.

Por último quiero mencionar en estos agradecimientos a mi Cuñado, María Camila, Henry David y el Gran Nicolás.



# TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. MOTIVACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. CONTENIDO DOCUMENTAL.....	4
<b>CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE</b> .....	5
2.1. INTRODUCCIÓN .....	5
2.2. CONSIDERACIONES SOBRE EL TRABAJO .....	5
2.3. CONCEPTOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....	7
2.4. MARCO LEGAL .....	13
2.5. NORMALIZACIÓN .....	17
2.6. CONCLUSIONES.....	19
<b>CAPITULO 3. MODELO DE VALOR PROPUESTO</b> .....	21
3.1. INTRODUCCIÓN .....	21
3.2. ELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS QUE SE PUEDEN VALORAR EN EL MODELO.....	21
3.2.1. Proyecto constructivo a valorar en modelo .....	24
3.3. LÍMITES DEL SISTEMA – ÁRBOL DE TOMA DE DECISIÓN .....	26
3.3.1. Componentes .....	27
3.3.2. Aspectos del requerimiento in itínere.....	31
3.3.3. Aspectos de requerimiento en jornada .....	33
3.3.4. Árbol de toma de decisión completo .....	41
3.4. INFORMACIÓN PARA CUANTIFICAR LOS INDICADORES .....	42
3.4.1. Información para cuantificar los indicadores del requerimiento In Itínere .....	42
3.4.2. Información para cuantificar los indicadores del requerimiento En Jornada .....	48
3.5. FUNCIÓN DE VALOR .....	55
3.6. ASIGNACIÓN DE PESOS .....	56
3.6.1. Fuentes de información.....	56

---

3.6.2. Notas explicativas .....	57
3.6.3. Información utilizada para asignar los pesos de los aspectos del árbol de toma de decisión .....	58
<b>CAPITULO 4. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES .....</b>	<b>61</b>
4.1. INTRODUCCIÓN .....	61
4.2. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES.....	61
4.2.1. Según el medio de transporte .....	61
4.2.2. Por contacto eléctrico (CE) .....	64
4.2.3. Por contacto con entornos calientes o fríos (Ce) .....	66
4.2.4. Por contacto con sustancias peligrosas (CSP) .....	69
4.2.5. Por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto (ASE).....	72
4.2.6. Por aplastamiento (Ap).....	75
4.2.7. Por choque o golpe (CHG).....	78
4.2.8. Por contacto con un agente material (CAM) .....	82
4.2.9. Por atrapamiento (At) .....	85
4.2.10. Por esfuerzos físicos o mentales (EFM) .....	89
4.2.11. Por animales o seres humanos (AH) .....	92
4.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES .....	95
4.4. VALORACIÓN DE LA OBRA .....	96
<b>CAPITULO 5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>99</b>
5.1. INTRODUCCIÓN .....	99
5.2. CONCLUSIÓN GENERAL .....	99
5.3 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	100
5.4. LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS .....	100
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>103</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Estructura en niveles de la CNAE-2009. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.2. Estructura correspondiente a la sección F de la CNAE-2009. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.3. Distribución de accidentes laborales de tráfico y resto, por lugar del accidente. Año 2010 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.4. Porcentaje del total de accidentes in itinere que son de tráfico y que no lo son.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.5. Medios de transporte para los desplazamientos de ida y regreso del trabajo. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.6. Fusión de las Tablas 3.2 y 3.3, y la Figura 3.4. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.7. Peso [w] (%) para cada accidente in itinere según el medio de transporte. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.8. Método para estimar los grados de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a su severidad esperada (INSHT).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.9. Acción y temporización de acuerdo al grado de riesgo..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.10. Asignación numérica a cada atributo utilizado en el método propuesto por el INSHT para estimar el grado de riesgo en la evaluación de riesgos laborales.	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.11. Adaptación numérica del método propuesto por el INSHT para estimar el grado de riesgo en la evaluación de riesgos laborales...	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.12. Número total de accidentes de trabajo con baja en jornada para la construcción de cada forma o contacto que ocasiono la lesión y su peso [w] dentro de su respectivo indicador. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3.13. Parámetros de la función de valor .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.1. Peso [w] (%) para cada tipo de accidente según el medio de transporte y Personas [%] asociadas a cada medio de transporte.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.2. Evaluación de riesgos del contacto eléctrico directo e indirecto en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.3. Evaluación de riesgos del contacto con entornos calientes y fríos en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.4. Evaluación de riesgos del contacto con sustancias peligrosas en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.5. Evaluación de riesgos por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.6. Evaluación de riesgos por aplastamiento en las actividades de los procesos constructivos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.7. Evaluación de riesgos por choque o golpe en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

Tabla 4.8. Evaluación de riesgos por contacto con un agente material en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.9. Evaluación de riesgos por atrapamiento en las actividades de los procesos constructivos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.10. Evaluación de riesgos por esfuerzos físicos o mentales en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.11. Evaluación de riesgos por animales o seres humanos en las actividades de los procesos constructivos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.12. Cuantificación de los indicadores. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4.13. Valor de los indicadores, criterios y requerimientos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.1. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2004). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2005). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.3. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2006). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.4. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2007). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.5. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2008). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.6. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2009). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.7. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2010). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.8. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2011). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.9. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2004. ...	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.10. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2005. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.11. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2006. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.12. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2007. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.13. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2008. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla B.14. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2009. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

Tabla B.15. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2010.

..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla B.16. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2011.

..... **¡Error! Marcador no definido.**



## INDICE DE FIGURAS

- Figura 2.1. Riesgos laborales y tipología de los métodos de evaluación de riesgos.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 2.2. Accidente en el trabajo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.1. Ejes principales del análisis previo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.2. Criterios e indicadores de requerimiento in itinere..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.3. Criterios e indicadores del requerimiento en jornada. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.4. Árbol de toma de decisión completo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.5. Distribución de los accidentes de trabajo según tipo de accidente. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.6. Distribución% de los agentes materiales implicados en los ALT in itinere  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.7. Cuestionario de prevención de riesgo de accidente de tráfico en el trayecto de ida y regreso al trabajo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.8. Árbol de toma de decisión definitivo con los pesos de los requerimientos, criterios e indicadores. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.1. Grafica de la función de valor del indicador según el medio de transporte.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.2. Grafica de la función de valor del indicador por contacto eléctrico. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.3. Grafica de la función de valor del indicador por contacto con entornos calientes o fríos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.4. Grafica de la función de valor del indicador por contacto con sustancias peligrosas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.5. Grafica de la función de valor del indicador por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.6. Grafica de la función de valor del indicador por aplastamiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.7. Grafica de la función de valor del indicador por choque o golpe. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.8. Grafica de la función de valor del indicador por contacto con un agente material..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.9. Grafica de la función de valor del indicador por atrapamiento. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.10. Grafica de la función de valor del indicador por esfuerzos físicos o mentales. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.11. Grafica de la función de valor del indicador por animales o seres humanos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 4.12. Obtención del Índice de valor de la obra. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 4.13. Valor del indicador. .... **¡Error! Marcador no definido.**

# CAPÍTULO 1.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción engloba un gran número de actividades económicas, desde la construcción y rehabilitación de edificios hasta grandes proyectos de ingeniería. Las actividades de la construcción se dividen básicamente entre obras de edificación, comerciales, industriales, de servicios y proyectos de ingeniería civil (carreteras, puentes, hidroeléctricas, líneas de transmisión o presas).

La Organización Internacional del Trabajo – OIT (ILO, 2004) define la industria de la construcción como “un conjunto flexible de agentes y actividades que pueden internacionalizarse o regionalizarse de diversas maneras”. Dicha definición tiene como base las diferentes actividades y productos involucrados en el sector que trae consigo una diversidad de agentes o profesionales, que interactúan con el mismo.

La mano de obra del sector de la construcción se clasifica desde los trabajadores autónomos, que realizan servicios generales para particulares, hasta empresas multinacionales que operan en gran escala. En sí la mano de obra ocupa la mayor parcela del sector. Se observan dos escenarios, el de los países más y menos industrializados. Una industria de la construcción especializada exige una mano de obra capacitada para trabajar con sistemas constructivos muchas veces automatizados. En este sentido, esta industria ya no dará sitio a trabajadores sin cualificación.

Por otro lado, en los países menos industrializados, todavía, el sector absorbe trabajadores menos cualificados e instruidos. Este contexto posiciona el sector con un

importante papel social en estas regiones, pero recae sobre la empresa el papel de capacitar su mano de obra.

El sector de la construcción, viene registrando históricamente, unos índices de siniestralidad muy elevados. Esto se debe fundamentalmente a la complejidad de los trabajos que se realizan y la especial tipología del sector, considerada desde múltiples puntos de vista, tales como el tamaño de las empresas, la intervención de múltiples agentes con intereses contrapuestos, la escasez de formación, la inestabilidad del mercado de trabajo, la temporalidad y la subcontratación. Estas dos últimas tienen una especial incidencia debido al abuso que se hace en su utilización.

España cuenta con una normativa avanzada en materia de Prevención de Riesgos Laborales similar a la del resto de los países miembros de la Unión Europea, y a pesar de llevar varios años de la entrada en vigor de dichas normativas, no ha mejorado sustancialmente la situación, ya que aún se presentan cifras altas, lo que lleva al sector de la construcción a tener una siniestralidad mayor a la de cualquier otro sector productivo. Adicionalmente, en el sector de la construcción no se ha llegado a un grado de aplicación satisfactorio de tal normativa, y de acuerdo con las estadísticas del Ministerio de Empleo y Seguridad Social los accidentes laborales no se reducen.

Actualmente se reconoce que la evaluación de riesgos es la base para una gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo. De hecho la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, que traspone la Directiva Marco 89/391/CEE, establece como una obligación del empresario:

- Planificar la acción preventiva a partir de una evaluación inicial de riesgos.
- Evaluar los riesgos a la hora de elegir los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

Esta obligación ha sido desarrollada en el capítulo II, artículos 3 al 7 del Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención.

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

De acuerdo con lo anterior, el presente documento tiene como objetivo presentar una metodología de toma de decisión multicriterio que valore de una forma integrada todos los aspectos que intervienen en la seguridad de los proyectos constructivos en su fase de construcción. Este estudio se efectúa mediante la metodología MIVES (Modelo integrado de valor para evaluaciones sostenibles).

Lo que pretende el modelo, es valorar la seguridad de la obra durante su ejecución, a partir de la estimación del grado de riesgo en sus actividades durante la

jornada laboral y la probabilidad de que ocurran accidentes “in itinere” según el medio de transporte.

## **1.2. MOTIVACIÓN**

El objetivo de toda actividad preventiva es evitar los riesgos que puedan generar accidentes de trabajo y cualquier otro tipo de daños a la salud de los trabajadores. Con respecto a los que no se puedan evitar, la empresa deberá planificar las acciones necesarias encaminadas a reducirlos o controlarlos eficazmente.

Este es uno de los principales objetivos de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales: la planificación y organización de las actividades preventivas en la empresa, encaminadas a la eliminación o, en su defecto, control de los riesgos que puedan dar lugar a accidentes, enfermedades y otras patologías derivadas del trabajo. No obstante, el punto de partida es preocupante: la elevada tasa de accidentes de trabajo que ocurren en las empresas españolas y, por tanto, el camino a recorrer no es corto.

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

En esta tesis desarrollaremos un método que permita valorar la magnitud de los riesgos (grado de riesgo) estimada a partir de la evaluación de riesgos antes mencionada en las actividades propias de la obra, durante la jornada laboral.

De igual forma se valorará dentro del método, la probabilidad de que ocurran accidentes producto del desplazamiento al ir o al volver del trabajo según el medio de transporte utilizado, ya que estos son accidentes laborales.

De acuerdo a lo anterior, el método abarca todos los lugares donde puedan ocurrir accidentes de trabajo durante la ejecución de la obra y por lo tanto, poder valorar la seguridad de la misma en su conjunto.

## **1.3. OBJETIVOS**

### ***1.3.1. Objetivo general***

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, el objetivo de la presente Tesis Final de Máster es obtener el índice de valor del grado de seguridad en una obra.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Para alcanzar el objetivo general se proponen algunos objetivos específicos, detallados a continuación.

1. Determinar el grado de riesgo en cada indicador del requerimiento En Jornada, a partir de la estimación del grado de riesgo en cada forma o contacto que componen el indicador.
2. Determinar la probabilidad de que ocurran accidentes “in itinere” según el medio de transporte utilizado.

## **1.4. CONTENIDO DOCUMENTAL**

El contenido de esta tesis está dividido en 5 capítulos, del cual el presente es el primero de ellos. En este se introduce al lector en el tema de estudio, pasando desde un punto de vista global a una visión más específica del tema en cuestión.

El segundo capítulo, abarca el estado del conocimiento. En este se presentan los conceptos relacionados con la seguridad y salud laboral, importantes para el entendimiento del trabajo que se desarrolla en esta tesis.

Por otro lado, el tercer capítulo, trata lo que es la metodología que se empleó para elaborar esta tesina. Dentro del capítulo, se detalla el desarrollo del modelo y la forma de cuantificar los indicadores.

Luego, el capítulo 4, presenta la evaluación de los indicadores para una obra concreta y se presentan los resultados.

Por último, está el capítulo 5, el cual tiene por contenido lo que son las conclusiones generales y específicas de esta tesina.

---

## **CAPÍTULO 2.**

# **ESTADO DEL ARTE**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presentan los conceptos sobre seguridad y salud en el trabajo (en adelante SST), desde el trabajo, tecnología y organización, hasta la relación de éstos con la presencia del riesgo que puede implicar en accidentes laborales. Se presentan los métodos existentes para evaluación de riesgos, la importancia de la evaluación de los riesgos laborales y su clasificación. A continuación se presenta la evolución histórica de la seguridad y salud que ha servido de base para las directrices legales, y se hace una introducción de la legislación sobre seguridad y salud en España. Finalmente se presenta una reflexión sobre el tema de la certificación en SST y su implicación en los aspectos de la gestión de la prevención de los riesgos laborales (en adelante PRL).

### **2.2. CONSIDERACIONES SOBRE EL TRABAJO**

Se conoce el trabajo como el esfuerzo humano dotado de un propósito, y que envuelve la transformación de la naturaleza a través del dispendio de las capacidades físicas y mentales. Otra definición relaciona el trabajo con la salud; la cual reza que el trabajo es la transformación de la naturaleza para que el individuo pueda satisfacer sus necesidades para vivir y mantener la salud (Vilella, et al., 1990).

A lo largo de los tiempos, la forma de trabajar cambió de acuerdo con las épocas y los pueblos. No obstante, en esta evolución, el trabajo tiene siempre dos características asociadas que vienen desarrollándose con él: la tecnología y la organización. La define la tecnología como un conjunto de conocimientos que se

aplican a la producción de bienes y servicios necesarios para la vida en la sociedad (Rosenthal, 1996).

La tecnología además, desarrolla cambios constantes en el medio ambiente y puede dar una idea general de los aspectos que llevan a la productividad: el nivel del conocimiento de las personas que forman la sociedad; la habilidad y capacidad de la creación de estas personas; la división y especialización del trabajo, que permite el desarrollo de estas cualidades; la disponibilidad de los recursos naturales y de instrumentos (máquinas, equipos, instalaciones) que permiten la aplicación de esas cualidades; y la capacidad de utilizar estos recursos para producir bienes y servicios que sean valorados por los consumidores (Sicsú, 2000).

A tal fin, Sicsú (2000) dice que la tecnología puede ser comprendida como un conjunto de conocimientos utilizados para la producción de bienes y servicios y/o para solucionar problemas valorados por el cliente final (mercado, sector social, etc.). Estas definiciones presentan una característica en común, la innovación de procesos y productos. Las máquinas y herramientas tienen como objeto el crecimiento de la capacidad productiva del hombre, y los procesos, el desarrollo de los sistemas. No obstante, cuando éstos no están adecuadamente controlados, pueden volverse contra las personas, generando riesgos que pueden llevar a accidentes y enfermedades.

Respecto a la organización, se puede decir que el hombre vive en sociedad, con otras personas y de forma cotidiana aprende a planear el trabajo, compartiendo determinadas tareas con los demás, para así lograr resultados con menor esfuerzo. Esto se llama división del trabajo (Westlander, 1997). Del mismo modo que la tecnología puede generar riesgos, la división del trabajo, si da lugar a una coordinación inadecuada, puede conllevar otras modalidades de riesgos para los trabajadores.

La revolución industrial aceleró la evolución de la tecnología que resultó también en cambios de organización en el trabajo. Las máquinas aumentaron extraordinariamente la capacidad de producción, llevando a que los trabajadores se adecuasen a las exigencias de las máquinas sobre la capacidad de producción.

Para el mejor entendimiento sobre los riesgos laborales que pueden implicar en la salud, se presentan las definiciones de salud y de prevención de riesgos laborales – PRL. La Organización Mundial de la Salud – OMS (2004) estableció la definición de salud en el año 1946, como el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de afecciones o enfermedades. La PRL debe preocuparse de todas aquellas condiciones de trabajo que puedan afectar la seguridad y salud del trabajador, para el cual hay que tener en cuenta todos los posibles factores de riesgos presentes en el trabajo.

### 2.3. CONCEPTOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Riesgo y seguridad en el trabajo están vinculados pragmática y conceptualmente. El vínculo conceptual se puede ver comparando las dos definiciones. Riesgo se define como la probabilidad de que algo no deseado pueda suceder. La seguridad puede ser definida como la ausencia de acontecimientos no deseados, lo que significa esencialmente la ausencia de riesgo (Hollnagel, 2008). Para este autor la relación pragmática refleja esta reciprocidad, como se ve en el hecho de que la seguridad, o más bien, la falta de ella, por lo general, se mide por el número de sucesos no deseados, como los accidentes e incidentes.

No obstante, se debe establecer un concepto de seguridad que fije con claridad su significado, y no solamente por el hecho por el cual se cuantifica. Para Jannadi y Almishari (2003) seguridad puede definirse como la adopción de actitudes y la disposición de los recursos de una organización para mitigar los riesgos de una actividad necesaria para alcanzar los objetivos de esta organización.

Este concepto considera los factores de comportamiento, y los factores y recursos técnicos dirigidos a la reducción de la magnitud de los riesgos derivados de las actividades. Considera también la seguridad en el aspecto de la prevención una vez que se anticipa al riesgo de la actividad y no a la materialización del daño, tal como a diferencia de lo que Hughes y Ferrett (2008) que definen la seguridad como la protección de las personas a los daños físicos.

Aparte de la reflexión de Hollnagel (2008) sobre seguridad y riesgo, Khan y Abbasi (2000) definen riesgo como la combinación del potencial peligro de daño y de la probabilidad de ocurrencia de tal peligro. El potencial peligro de daño hace referencia a la magnitud de la situación de peligro y la consecuencia de esta situación peligrosa materializada por los daños.

Por otro lado, Jannadi y Almishari (2003) definen riesgo como el factor de medida, donde riesgo es la medida de la probabilidad, la severidad y la exposición a los peligros de una actividad. En este trabajo, se considerará riesgo a la probabilidad de ocurrencia de un hecho con el potencial de causar daños. Por daño, se entiende aquél que puedan sufrir las personas (ajenas a la empresa o los trabajadores), la propiedad (patrimonio de la empresa o de terceros), la producción (el desarrollo normal de las actividades) y el medio ambiente.

El suceso con el potencial de causar daños se equipara a la definición de peligro que ha sido definido por Gowen, et al. (1992) como la característica inherente de una cosa o situación que tiene el potencial de causar un inesperado e imprevisto suceso no deseado o una serie de sucesos que tienen consecuencias perjudiciales, tales como lesiones, muerte, daños al medio ambiente o la enfermedad.

Visto que el factor de control para la prevención de los sucesos no deseados es el riesgo, la evaluación de riesgos es por consiguiente el proceso con el cual se debe promover la seguridad y salud laboral.

Aunque para Conte et al. (2011) la caracterización de un accidente basado en los riesgos, antes de su materialización, es de poca utilidad en la actualidad, por estar sujeto a la premisa fundamental de la incertidumbre, varios autores resaltan la importancia de la evaluación de riesgos para la eficacia de la gestión en seguridad y salud laboral (Véras, et al., 2003a; Gadd, et al., 2004; Duijm, et al., 2008; Barkokébas et al., 2003, 2009; Mitropoulos y Namboodiri, 2011). Sin embargo, es cierto lo que complementa Conte et al. (2011): el riesgo identificado no establece con certeza ni si va a ocurrir el accidente, ni cuándo, ni sus lesiones resultantes, ni su nivel de gravedad.

El tema de la evaluación de riesgos es ampliamente estudiado en los sectores industriales, de aviación y espacial, especialmente dirigidos a la prevención de los accidentes de grandes proporciones o accidentes industriales mayores.

Por otro lado, en lo que respecta a la evaluación de riesgos en sí, tratando específicamente los riesgos laborales para obras de construcción, ha de avanzarse mucho. Han de establecerse métodos y sistemas dirigidos a la práctica y que sean eficientes y aplicables en el control de los riesgos de accidentes.

La evaluación de riesgos está presente en la legislación europea que la cita como una de las obligaciones a cumplir por los empresarios en el Artículo 9 de la Directiva 89/391/CEE (UE, 2011a), transpuesta al derecho español por la Ley 31/1995 (España, 2011a). Ésta, se define como el proceso dirigido a estimar la magnitud de los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados del trabajo (EU-OSHA, 2011a).

Los métodos de evaluación de riesgos pueden ser de dos tipos, discretos o continuos. Los discretos se evalúan estableciendo los factores de riesgo antes de la ocurrencia de los accidentes. En los continuos, los accidentes indican los factores de riesgos (Miguel, 2007). El método propuesto por este trabajo es el de evaluación de riesgos del tipo discreto, con el propósito de establecer una herramienta para auxiliar en la prevención de los accidentes laborales en obras de construcción.

Denominase riesgos laborales, los agentes y condiciones existentes en el ambiente de trabajo, que con la incerteza del riesgo, poseen la probabilidad de materializarse en daños (accidentes, enfermedades e incidentes). Los riesgos laborales se subdividen en dos tipos, ambientales y de seguridad tal como muestra la figura 3.1.

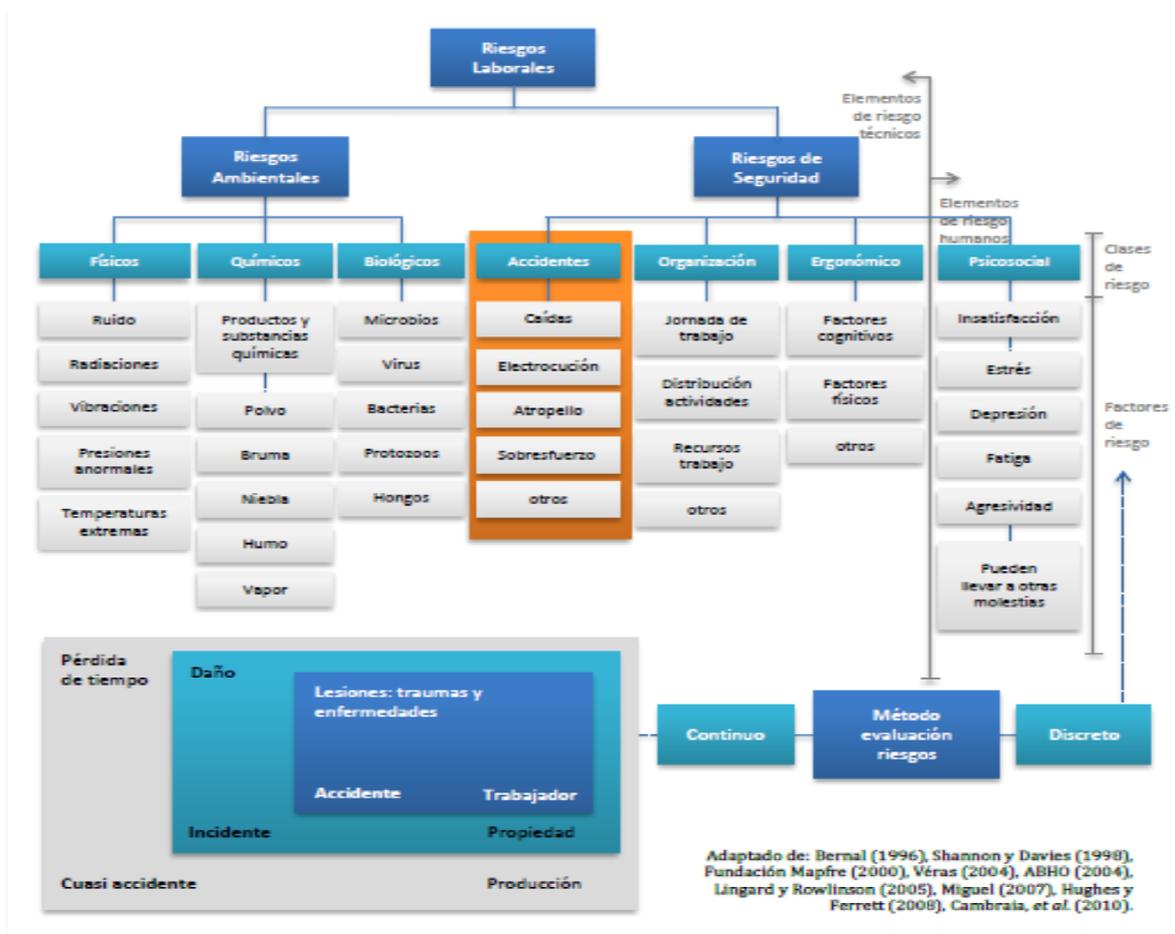


Figura 2.1. Riesgos laborales y tipología de los métodos de evaluación de riesgos.

Constituyen los riesgos ambientales, los agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden causar daños en función de su naturaleza, concentración o intensidad, y del tiempo de exposición. Estos agentes se propagan por el ambiente, los físicos como energía, los químicos como materia, y los biológicos como microorganismos (ABHO, 2004).

Los riesgos físicos son los elementos (factores de riesgos) de carácter energético a los que pueden estar expuestos los trabajadores (ruido, vibraciones, presiones anormales, temperaturas extremas y radiaciones). A depender de la intensidad y del tiempo de exposición, pueden causar daños a los trabajadores.

Son los riesgos químicos los productos o sustancias presentes en el ambiente laboral, en las formas de polvo, bruma, niebla, vapor, o humo que por la naturaleza de su actividad, dosis, concentración y tiempo de exposición pueden causar daños al trabajador. Estos productos también denominados factores de riesgo, pueden penetrar en el organismo por inhalación, ingestión o penetración cutánea.

Comprenden los riesgos biológicos todos los agentes vivos, predominantemente microscópicos, que estando presente en el ambiente laboral,

puede producir enfermedades. Entre los factores de riesgos biológicos destacan los microbios, virus, bacterias, protozoos y hongos.

Sobre los riesgos ambientales, cabe resaltar la diferencia entre los términos agente y riesgo. Como ejemplo, el ruido está siempre presente en el ambiente laboral, pero no siempre este ruido es perjudicial para el trabajador. Para que el agente ruido sea nocivo, tiene que presentarse con una intensidad y tiempo de exposición por encima del límite tolerado por el hombre. Si el ruido está por encima de este límite, se clasifica como riesgo. Si está por debajo de este límite, se clasifica como agente. Este análisis cuantitativo se establece para los riesgos físicos y químicos. Los biológicos, deben controlarse con análisis cualitativos, es decir si están o no presentes en el ambiente.

Cabe resaltar que para cada tipo de agente o factor de riesgo, existe un método de evaluación específico. Muchos de ellos se valen de equipos para auxiliar en el análisis cuantitativo y cualitativo donde se determinan su tipología, dosis, concentración o intensidad.

Se han desarrollado un gran número de trabajos de investigación relacionado con los riesgos ambientales, al paso que todavía no se ha presentado un trabajo donde se plantee una metodología rigurosa para evaluar y controlar los factores de riesgo de accidentes en obras de construcción. Por ello, este trabajo se centra en los factores de riesgos de la clase del riesgo de accidentes (en destaque en la figura 3.1).

Se define factores de riesgos el conjunto de elementos o circunstancias en el ambiente de trabajo que pueden producir las patologías del trabajo (accidentes, enfermedades, alteraciones de la salud, desequilibrios o la falta de adaptación y bienestar).

Los riesgos de accidentes, también conocidos como mecánicos, son los más numerosos en las obras de construcción y son la causa de los accidentes más graves. Sus factores de riesgos son las situaciones que presentan el potencial de materializarse en un accidente o incidente. Los riesgos de accidentes están clasificados como riesgos de seguridad. Estos no se propagan por el ambiente. Suelen ser estáticos, de organización o psicosociales. También son considerados riesgos de seguridad los riesgos de organización, ergonómicos y psicosociales.

Los riesgos ergonómicos están vinculados a las exigencias que las tareas imponen al trabajador: esfuerzos, manipulación de cargas, posturas de trabajo y niveles de atención asociados a cada tipo de actividad. Valorando estos factores de riesgo se puede determinar la carga de trabajo física y mental para cada tipo de actividad.

Ha de introducirse una categoría más de riesgos denominada riesgo psicosocial. Esta puede producir complejas patologías cuya causa principal se centra en la falta de equilibrio entre las características del trabajador y las condiciones de trabajo. Puede causar graves accidentes y enfermedades que

pueden incluso llevar a la incapacidad permanente para el trabajo, como puede ser en los casos en que los trabajadores terminan sufriendo patologías cardiovasculares.

El tema es importante y se presenta como objeto de recientes trabajos de representaciones sindicales, instituciones gubernamentales y centros de investigación (Moncada, et al., 2011; Callejón-Ferre, et al., 2011; Johnstone, et al. 2011; Leka, et al., 2011; Rasmussen, et al., 2011; Walters, 2011).

Las clases de riesgos no son excluyentes entre sí. Las actividades en obras de construcción al igual que en cualquier otra actividad laboral, presentan una convergencia de factores de riesgo, y los accidentes no se producen por una única causa.

La acción que lleva al daño puede ser motivada o causada por dos tipos de factores de riesgos, el técnico y el humano. En el factor de riesgo técnico están los factores debidos a las condiciones materiales y al ambiente de trabajo, como por ejemplo una máquina inadecuada, un entorno físico desordenado o mal organizado. En el factor de riesgo humano están todos los factores debidos al comportamiento humano.

En el elemento de riesgo humano están los factores debidos al comportamiento humano. El control del elemento de riesgo humano no suele ser fácil, y la formación de los trabajadores es un importante tema a ser tratado por las empresas. Una buena práctica es conocer el perfil de los trabajadores para dirigir los programas de formación ofrecidos en obra a ejemplo del trabajo de Lago et al. (2010).

En su origen los accidentes de trabajo son debidos a fallos de gestión, por no haberse podido eliminar el factor de riesgo o por no haber podido adoptar las suficientes medidas de control frente al mismo (Belloví, et al., 2003).

Estos autores, además, añaden que históricamente se produjo una dicotomía entre lo que se denominó los elementos técnicos y humanos del accidente de trabajo, diferenciando así dos grandes grupos de causas originarias.

El factor de riesgo técnico, administrativo o logístico en las empresas es susceptible de control con la efectiva promoción de la prevención de accidentes. Lo mismo no puede decirse sobre los factores de riesgos humanos. Estos no se pueden eliminar en su totalidad. Hay que minimizar las posibilidades de que se produzcan, con el efectivo control de los elementos técnicos y con la formación de los trabajadores.

El comportamiento humano incorrecto no puede ser utilizado para responsabilizar al trabajador por el accidente laboral. La culpabilidad del trabajador en los accidentes no debe ser práctica de la ingeniería de seguridad en el trabajo.

Por todo esto, las empresas deben adoptar medidas para el control de las condiciones de trabajo y luego prevenir daños y pérdidas. En este contexto, la evaluación de riesgos es la primera acción para la promoción de la seguridad y salud

laboral. Tiene como objetivo la identificación de los factores en la actividad laboral que puedan conllevar accidentes, incidentes y enfermedades.

Por accidente de trabajo “se entiende toda lesión corporal que el trabajador sufre con ocasión o a consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena” según que establece la Ley de Seguridad Social de España (España, 2011b).

No obstante, respecto al tema de la PRL, no se puede considerar el accidente como el único suceso no programado a prevenirse. El incidente es un importante alerta sobre la existencia de fallos en el control de los riesgos. Son incidentes, los sucesos que no causan lesiones corporales sino daños a la propiedad y a la producción, y pueden ocasionar pérdidas económicas importantes.

Se considera que los accidentes en el trabajo engloban los sucesos que causan alguna lesión corporal, que aquí denominarán accidentes y los sucesos que no originan estas lesiones, denominados incidentes, tal como indica la figura 3.2. Los estudios clásicos de la ingeniería de seguridad en el trabajo apuntan que los incidentes presentan condiciones potenciales de convertirse en accidentes, además de representar altos costes (Lingard y Rowlinson, 2005; Miguel, 2007; Hughes y Ferrett, 2008).



Figura 2.2. Accidente en el trabajo.

Por todo ello, se puede decir que el accidente de trabajo, respecto a la prevención es “todo suceso anormal, no querido ni deseado, que se presenta de forma brusca, inesperada e imprevista y que es susceptible de provocar daños” (Fundación Mapfre, 2000).

Entre los daños que se puede originar en el trabajo están las enfermedades. Las enfermedades suelen ser contraídas y manifestadas de forma lenta y continua si se sigue estando expuesto a condiciones ambientales agresivas. En caso de que el ambiente no presente agentes ambientales agresivos, las molestias no son fácilmente identificadas como adquiridas en el trabajo.

Las molestias originadas por las enfermedades en el trabajo empezaron a estudiarse por Bernardino Ramazzini, que publicó la obra *De Morbis Artificum Diatriba* en el año de 1700 (Appel, 1953). En ella fueron publicadas las características de las

personas enfermas y cómo se analizaba la enfermedad respecto a su actividad laboral.

Así, no se puede limitar la acción preventiva a los accidentes que ocasionen lesiones. En ese caso, sólo se analizaría parcialmente la realidad en el ambiente de trabajo. Para la actuación preventiva efectiva hay que controlar todos los riesgos que puedan derivarse de las condiciones de trabajo.

Se considera condiciones de trabajo “cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador. Se incluyen los aspectos relacionados con las condiciones técnicas de las instalaciones y equipos, los productos y materiales utilizados y la organización y ordenación del trabajo” (Fundación Mapfre, 2000).

Al realizar una inspección de las condiciones de trabajo se evalúan los factores de riesgos. Hay que asegurarse que estos factores de riesgos están bajo control y que no superan unos umbrales ya que de otro modo pueden generar daños a la salud de los trabajadores.

## **2.4. MARCO LEGAL**

Siendo la legislación el ordenador de la vida en sociedad, que establece aquellas conductas y acciones aceptables o rechazables, la realidad de los accidentes y enfermedades laborales exigen respuesta legislativa pertinente. La legislación de PRL debe presentar una amplia y rigurosa exigencia sobre la seguridad, a la vez que debe permitir el avance tecnológico. Es decir, el nivel de la seguridad debe ser imperativo, pero la legislación debe ser flexible con respecto a las técnicas que puedan ser adoptadas para garantizar el nivel de seguridad requerido.

El avance tecnológico industrial tuvo su inicio con la Revolución Industrial, cuando se introdujeron cambios en la forma de enfocar y desarrollar el trabajo, con una gran repercusión en los planteamientos organizativos en comparación con el trabajo de carácter artesanal que hasta entonces se ejercía. En esa época empiezan a practicarse situaciones de explotación de los trabajadores, desde la exigencia física y mental que se les imponía, largas jornadas de trabajo, manejo de grandes cargas o realización de movimientos repetitivos, hasta las malas condiciones de los ambientes de trabajo.

Las primeras leyes laborales fueron destinadas a regular el descanso de los trabajadores y el trabajo de mujeres y niños, que en su mayoría se dedicaban a la industria textil en aquel momento. Entre los primeros registros sobre la preocupación con síntomas de daños derivados del ambiente laboral, está el registro de Hipócrates en 370 a.C. sobre las quejas de los mineros en la extracción de plomo (Ramírez, 2005).

Bernardino Ramazzini estudió las molestias originadas por las enfermedades en el trabajo, y publicó la obra “De Morbis Artificum Diatriba” en el año de 1700 (Appel, 1953). En ella están relatadas las características de las personas enfermas y cómo se analizaba la enfermedad respecto a su actividad laboral.

A partir de la publicación del Convenio de la OIT 62 de 23 de junio de 1937 sobre seguridad laboral en obras de construcción, varios países pasaron a desarrollar sus marcos legales respecto al tema. En España, consta en su Constitución velar por la seguridad e higiene en el trabajo, lo que conllevó la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores que encuentra sus fundamentos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (España, 2011a).

Esta Ley además de los preceptos nacionales, transpone al Derecho español las Directivas comunitarias, que son los actos jurídicos previstos en el Tratado de la Unión Europea. Son jurídicamente vinculantes y se obliga a los Estados miembros a transponerlas al derecho nacional. Las Directivas en términos de seguridad y salud establecen requisitos mínimos y principios fundamentales (EU-OSHA, 2011b).

El ordenamiento jurídico español contempla distinto rango de normas y recomendaciones que van desde la Constitución hasta las Guías Técnicas de Seguridad y Salud. Respecto a la construcción, la Directiva 92/57/CEE (UE, 2011b) establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles. El Real Decreto 1627/1997 (España, 2011c) transpone al Derecho español esta Directiva, y establece una Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. Esta Guía proporciona información práctica para el cumplimiento del citado RD.

La recomendación de la OIT con la publicación de su convenio sobre seguridad laboral en obras de construcción, llevó a varios países a desarrollar sus marcos legales respecto al tema. En España, consta en su Constitución velar por la seguridad e higiene en el trabajo, lo que conllevó la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores que encuentra sus fundamentos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (España, 2011a).

Esta Ley además de los preceptos nacionales, transpone al Derecho español las Directivas comunitarias, que son los actos jurídicos previstos en el Tratado de la Unión Europea. Son jurídicamente vinculantes y se obliga a los Estados miembros a transponerlas al derecho nacional. Las Directivas en términos de seguridad y salud establecen requisitos mínimos y principios fundamentales (EU-OSHA, 2011b).

La Ley 31/1995 transpone al Derecho español la Directiva marco en SST, 89/391/CEE (UE, 2011a), al tiempo que incorpora otras Directivas, 92/85/CEE (UE, 2011c), 94/33/CEE (UE, 2011d) y 91/383/CEE (UE, 2011e), relativas a la protección de la maternidad y de los jóvenes y al tratamiento de las relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

El ordenamiento jurídico español contempla distinto rango de normas y recomendaciones que van desde la Constitución hasta las Guías Técnicas de Seguridad y Salud. Respecto a la construcción, la Directiva 92/57/CEE (UE, 2011b) establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones. El Real Decreto 1627/1997 (España, 2011c) transpone al Derecho español esta Directiva, y establece una Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. Esta Guía proporciona información práctica para el cumplimiento del citado RD.

El marco jurídico español sobre PRL en obras de construcción consta de los siguientes documentos:

- Ley 31/1995: Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales - LPRL (España, 2011a).
- RD 1627/1997: Real Decreto 1627/1997, DE 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. (España, 2011c).
- GT RD 1627/1997: Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción establecida por el Real Decreto 1627/1997 (España, 2012a).
- RD 1215/1997: Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (España, 2012b).
- GT 1215/1997: Guía Técnica establecida por el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo modificado por el Real Decreto 2177/2004 (España, 2012c).
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura (España, 2012d).
- RD 614/2001: Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (España, 2012e).
- ITC-BT-33: Instalaciones con fines especiales instalaciones provisionales y temporales de obras, ITC-BT-33, Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012f).

- ITC-BT-24: Instalaciones interiores o receptoras protección contra los contactos directos e indirectos, ITC-BT-24, Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012g).
- ITC-BR-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica, ITC-BT-08 Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012h).
- RD 773/1997: Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (España, 2012i).
- RD 604/2006: Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (España, 2012j).
- RD 39/1997 - Aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (España, 2012k).
- RDL 5/2000: 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 (España, 2012l).
- Ley 10/1995 – Código Penal: Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal (España, 2012m).
- Ley 54/2003: Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (España, 2012n).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (España, 2012ñ).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (España, 2012o).
- Real Decreto 1407/1992, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (España, 2012p).

- Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con 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 período de lactancia (España, 2012q).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, trata de la ordenación de la Edificación (España, 2012r).
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, que trata del tema sobre la coordinación de actividades empresariales (España, 2012t).
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (España, 2012u).
- Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (España, 2012v).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores (España, 2012w).

Se verifica que la legislación en seguridad y salud es extensa y está dispersa en varios documentos. Por ello la necesidad en se crear sistemas que faciliten su aplicación. A parte de los documentos legales, se han creado criterios para la certificación de las empresas en seguridad y salud, como se comenta a continuación.

## 2.5. NORMALIZACIÓN

En el año 1919 fue creada la Organización Internacional del Trabajo – OIT, una agencia multilateral vinculada a la Organización de las Naciones Unidas – ONU, especializada en los temas del trabajo. En lo que se refiere a sus objetivos, la OIT:

- Promueve y cumple las normas, los principios y derechos fundamentales en el trabajo.
- Genera mayores oportunidades para que mujeres y hombres puedan tener empleos e ingresos dignos.
- Mejora la cobertura y la eficiencia de una seguridad social para todos.

- Fortalece el tripartismo y el diálogo social.

El tripartismo es un método de trabajo y desarrollo de políticas y programas con la participación de los empleadores y trabajadores con mediación de los gobiernos. La estructura tripartita de la OIT le proporciona un carácter único entre las organizaciones internacionales, ya que las organizaciones de empleadores y trabajadores participan en todas las discusiones con los gobiernos en posición de igualdad.

En esa estructura fue elaborado el documento “Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo” (ILO-OSH 2001). Las directrices presentan instrucciones para orientar la práctica de la prevención de accidentes laborales en las empresas. Estas directrices fueron elaboradas de forma tripartita y presentan un carácter voluntario con respecto a los sistemas de gestión. Además, la OIT preconiza que su aplicación no exige certificación.

Debido a las características del sector de la construcción, la gestión de la seguridad laboral exige un sistema específico para cada obra, en función de la mano de obra y de los métodos constructivos empleados. En este sentido, es fundamental que la gestión de la seguridad laboral se adecúe al proyecto de la obra, a través de un proyecto de seguridad, integrándose en él. En otras palabras, el proyecto de la seguridad (en España, Estudio de Seguridad) con la descripción del sistema de gestión debería tener la misma importancia y nivel de detalle que los demás proyectos de la obra.

Por un lado, hay que tener en cuenta que el sistema de gestión es un método que permite a las empresas cumplir y mantener acciones preventivas en relación con los accidentes laborales. Por otro lado, los gobiernos establecen leyes y reglamentos, y realizan inspecciones en las empresas para comprobar su cumplimiento.

En este contexto, no se considera positiva la creación de sistemas certificadores para la gestión de la seguridad laboral de las empresas. La principal razón por la que se considera que dichas certificaciones son un error se debe al factor humano existente en las relaciones laborales que, contrariamente a lo que se verifica para los factores técnico, administrativo o logístico en las organizaciones, no puede ser completamente controlado.

Por otra parte, la certificación preconiza actividades coordinadas y controladas, aspecto que no se sistematiza en el componente humano, ya que es una variable independiente en el contexto laboral. La certificación puede proporcionar una sensación falsa de seguridad en cuanto a los riesgos en la

obra, aun pudiendo ser utilizada de manera inadecuada por las empresas como una herramienta de marketing.

Asimismo, se plantearía el problema de la comercialización del certificado, que puede resultar de la simple transacción financiera, sin poner énfasis en el objetivo principal de preservar la vida humana. La investigación desarrollada por Zwetsloot et al. (2011) indica que la certificación obligatoria puede presentar problemas debido a los mecanismos de mercado. Cuando el certificado es obligatorio, puede que el valor económico de poseer el certificado sea mayor que la mejora del desempeño en materia de seguridad y salud laboral.

Además, si el valor del desempeño en seguridad y salud asociado a los certificados, no es reconocido por las empresas (clientes de los certificadores), otros intereses de mercado (por ejemplo, los bajos costes, o el aumento de la cuota de mercado) pueden llegar a dominar el sistema y minar la confianza en los certificados (Véras, et al., 2009).

Por todo ello, se propone que los métodos de evaluación de riesgos puedan contribuir a la estructura de los sistemas de PRL de las empresas, minimizando la cuestión de la certificación. Los métodos para evaluación de riesgos tienen el fin de proporcionar la mejoría continua de la organización, incrementando: su política de prevención, valoración, organización, planeamiento y aplicación para mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

## **2.6. CONCLUSIONES**

Este capítulo presenta el estado del arte sobre los aspectos de la seguridad y salud laboral importantes para el entendimiento del trabajo que se desarrolla en esta tesis. De las consideraciones sobre el trabajo se constata que éste es importante para que el individuo pueda satisfacer sus necesidades para vivir y mantener la salud. Siendo el trabajo responsable por garantizar el bienestar del individuo, éste debe disponer de un ambiente laboral que presente unas condiciones de trabajo adecuadas y sobremanera, un ambiente seguro. La seguridad y salud laboral es un derecho legal en la mayoría de los países, al menos en los 183 países miembros de la Organización Internacional del Trabajo – OIT.

Se verifica que los conceptos y la legislación relativos a la seguridad y salud laboral están en constante evolución, una vez que la producción, o el

medio como se la desarrolla, están en proceso de constante innovación. La primera referencia acerca de la seguridad y salud laboral es del siglo IV a.C, cuando Hipócrates describía las enfermedades que acometían a los mineros. En la actualidad, las iniciativas de universidades y centros de investigación, de Representaciones sindicales, de gobiernos y de empresas favorecen esta evolución al relacionar determinadas patologías a la actividad laboral, contribuyen a la conciencia preventiva de la sociedad. El modelo tripartito adoptado para la elaboración de la legislación en seguridad y salud favorece su cumplimiento, una vez que se involucran gobierno, empresas y trabajadores.

Conocida la importancia de la seguridad y salud laboral, los sectores productivos que, en función de la naturaleza de su actividad, puedan presentar situaciones de riesgo deben adoptar sistemas eficientes en el control de estas situaciones, como es el caso de la construcción.

# CAPITULO 3.

## MODELO DE VALOR

## PROPUESTO

### 3.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente capítulo es aplicar la metodología MIVES para desarrollar el modelo de valor del grado de seguridad en proyectos constructivos. La información base para el desarrollo de modelo de tomo de la estadística de accidentes de trabajo elaboradas por la subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. El modelo de valor desarrollado en este capítulo sirve para comparar el grado de seguridad entre las diferentes obras de construcción.

### 3.2. ELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS QUE SE PUEDEN VALORAR EN EL MODELO.

Las alternativas propuestas para este modelo surgen de la clasificación nacional de actividades económicas (CNAE-2009) desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), que supone la adaptación española a la clasificación de actividades económicas de la comunidad europea (NACE Rev.2), siendo esta última la adaptación por parte de la oficina de estadística de la Unión Europea (Eurostat) de la clasificación internacional industrial uniforme de todas las actividades económicas (CIIU Rev. 4) elaborado por la comisión de estadística de las naciones unidas resultado de la operación 2007.

En la Tabla 3.1 se muestra la CNAE-2009 estructurada en sus cuatro niveles:

Nombre	Nivel	Nº de categorías	Identificación
Sección	Primero	21	Código alfabético de 1 dígito
División	Segundo	88	Código numérico de 2 dígitos
Grupo	Tercero	272	Código numérico de 3 dígitos
Clase	Cuarto	629	Código numérico de 4 dígitos

Tabla 3.1 Estructura en niveles de la CNAE-2009.

La sección F de la CNAE-2009 corresponde al sector de la construcción, que será la sección objeto de nuestro estudio para determinar las alternativas a evaluar en el modelo a proponer.

A continuación se presenta la Tabla 3.2 correspondiente a la sección F con las unidades que asumen la responsabilidad global relativa a proyectos de construcción, objeto de nuestro estudio.

Sección	División	Grupo	Clase
Construcción	41 Construcción de edificios	41.1 Promoción inmobiliaria	41.10 Promoción inmobiliaria
		41.2 Construcción de edificios	41.21 Construcción de edificios residenciales
	41.22 Construcción de edificios no residenciales		
	42 Ingeniería civil	42.1 Construcción de carreteras y vías férreas, puentes y túneles	42.11 Construcción de carreteras y autopistas
			42.12 Construcción de vías férreas de superficie y subterráneas
			42.13 Construcción de puentes y túneles
		42.2 Construcción de redes	42.21 Construcción de redes para fluidos
			42.22 Construcción de redes eléctricas y de telecomunicaciones
		42.9 Construcción de otros proyectos de ingeniería civil	42.91 Obras hidráulicas
	43 Actividades de construcción especializada	43.1 Demolición y preparación de terrenos	43.11 Demolición
			43.12 Preparación de terrenos
			43.13 Perforaciones y sondeos
		43.2 Instalaciones eléctricas, de fontanería y otras instalaciones en obras de construcción	43.21 Instalaciones eléctricas
			43.22 Fontanería, instalaciones de sistemas de calefacción y aire acondicionado
			43.29 Otras instalaciones en obras de construcción
			43.3 Acabado de edificios
		43.32 Instalación de carpintería	
		43.33 Revestimiento de suelos y paredes	
		43.34 Pintura y acristalamiento	
		43.39 Otro acabado de edificios	43.39 Otro acabado de edificios
	43.91 Construcción de cubiertas		

Sección	División	Grupo	Clase
		especializada	43.99 Otras actividades de construcción especializada n.c.o.p.

Tabla 3.2. Estructura correspondiente a la sección F de la CNAE-2009.

Con la intención de tener más claridad con respecto a lo que comprende cada una de las divisiones correspondientes a la sección en estudio, se presenta la definición para cada una de ellas dada por la CNAE-2009.

A continuación se presentan las definiciones antes mencionadas:

- 41 Construcción de edificios

Esta división comprende la construcción general de edificios de todo tipo. Comprende las obras nuevas, la reparación, las ampliaciones y reformas, la construcción in situ de edificios y estructuras prefabricadas, así como las construcciones de carácter temporal.

Comprende también la construcción de viviendas, edificios de oficinas, y establecimientos comerciales completos, así como de otros edificios públicos, construcciones agrarias, etc.

- 42 Ingeniería civil

Esta división comprende la construcción general de obras de ingeniería civil. Comprende las obras nuevas, la reparación, las ampliaciones y reformas, la construcción in situ de estructuras prefabricadas, así como las construcciones de carácter temporal, y las destinadas a la minimización del impacto medioambiental.

Comprende la construcción de grandes obras como autopistas, carreteras, calles, puentes, túneles, líneas férreas, aeropuertos, puertos y otras obras hidráulicas, sistemas de riego y alcantarillado, instalaciones industriales, oleoductos, gasoductos y líneas eléctricas, instalaciones deportivas al aire libre, etc. Estas obras pueden realizarse por cuenta propia o por cuenta de terceros. Pueden subcontratarse partes del trabajo e incluso, en ocasiones, el trabajo en su integridad. Por lo tanto, esta división comprende también la promoción de obras de ingeniería civil, que se clasifica junto a la construcción de la obra correspondiente.

- 43 Actividades de construcción especializada

Esta división comprende las actividades de construcción especializada, es decir, la preparación y la construcción de partes de edificios y obras de ingeniería civil. Estas actividades suelen estar especializadas en un aspecto común a diferentes estructuras y requieren la utilización de técnicas y equipos especiales. Se trata de actividades tales como la hinca de pilotes, la cimentación, la erección de estructuras de edificios, el hormigonado, la colocación de ladrillo y piedra, la instalación de andamios, la construcción de cubiertas, etc. Se incluye la construcción de estructuras de acero, siempre que sus partes no sean fabricadas por la misma unidad. Las actividades de construcción especializada se realizan en su mayoría mediante

subcontratación, pero cuando se trata de trabajos de construcción destinados a la reparación se suele realizar directamente para el propietario.

Estudiando las definiciones antes mencionadas, la Tabla 3.2 correspondiente a la sección F y considerando que las alternativas a evaluar dentro del modelo a proponer son proyectos constructivos, se escogerán como alternativas las clases correspondientes a las divisiones:

- 41 Construcción de Edificios.
- 42 Ingeniería Civil.

Dentro de las alternativas no se consideran las clases correspondientes a la división 43 actividades de construcción especializada, ya que esta comprende la preparación y la construcción de partes de edificios u obras de ingeniería civil y no la construcción general de edificios u obras de ingeniería civil.

Al igual que en la división 42 Ingeniería Civil, el grupo 41.1 promoción inmobiliaria perteneciente a la división 41 construcción de edificios, lo vamos a entender dentro de la construcción de edificios residenciales y no residenciales, pero no se considerara como una alternativa a evaluar en el modelo a proponer.

De acuerdo con lo anterior, las alternativas escogidas para la evaluación del grado de seguridad en proyectos constructivos y son las siguientes:

- Construcción de edificios residenciales.
- Construcción de edificios no residenciales.
- Construcción de carreteras y autopistas.
- Construcción de vías férreas de superficie y subterráneas.
- Construcción de puentes y túneles.
- Construcción de redes para fluidos.
- Construcción de redes eléctricas y de telecomunicaciones.
- Obras hidráulicas.
- Construcción de otros proyectos de ingeniería civil n.c.o.p.

### **3.2.1. Proyecto constructivo a valorar en modelo**

#### **Ejecución de las obras de prolongación de la línea de FGC a Sabadell**

El presente proyecto consiste en la ejecución de la infraestructura necesaria para llevar a cabo la prolongación subterránea de la línea de los FGC a Sabadell, que actualmente tienen la finalización en la estación de Sabadell Rambla. La línea estimada pretende atravesar íntegramente el núcleo urbano de Sabadell de Sur a Norte desde el paseo de Can Feu hasta el barrio residencial de Ca n'oriach, donde se aprovechara el espacio existente para situar las cocheras y la cola de maniobras.

Con esta actuación se prevé la ejecución de la nueva línea del ferrocarril, el soterramiento de la actual estación de Sabadell Estación y la construcción de una cola de maniobras, las cocheras y cuatro estaciones enterradas; Plaza Mayor, Eix Macia,

Plaza España y Ca n'oriach. A demás se deshabilitara la línea actual desde la salida de Sabadell Estación hasta la estación de Sabadell Rambla.

La longitud media de línea es de 4975 metros más la cola de maniobras (De unos 309 metros). De la cola de maniobras sale un ramal de unos 300 metros donde se emplazaran las cocheras.

De los 4975 m de línea, 2850 m se excavarán con tuneladora, sin ninguna afección en superficie, 702 m serán de túnel excavado entre pantallas bajo losa, 382 m serán de línea excavada entre pantallas a cielo abierto, 750 m corresponden a las estaciones entre pantallas y el resto, 106 m, corresponden al tramo inicial que se excava en desmonte.

Es necesario destacar que los tramos que se excaven con ayuda de tuneladora son dobles, es decir, se excavan dos túneles independientes, un para la denominada vía 1 (origen Barcelona) y la otra denominada vía 2 (destinación Barcelona).

Toda la línea de ferrocarril transcurre soterrada por debajo de la ciudad, excepto desde el PK inicial hasta el PK donde la cota de la vía es suficiente para iniciar la cobertura. Para la excavación de la línea soterrada se utilizan dos procedimientos diferentes: excavación con tuneladora y excavación entre pantallas.

### Túnel perforado

El túnel que se ha de construir consiste en dos tubos prácticamente paralelos, separados un mínimo de 10 m, realizados mediante tuneladora de 6,75 m de diámetro exterior que deja un túnel acabado mediante dovelas de diámetro interior 6,00 m. Para conectar los dos túneles, se excavarán una galería de conexión, situadas, como mínimo, cada 250 m a lo largo de toda la línea.

El túnel se ejecuta con una maquina tuneladora de tipo EPB (Earth Pressure Balance, escudo de presión de tierras). La maquina es un sistema de excavación a sección completa, capaz de mantener la presión adecuada en el frente durante la excavación. A demás dispone de una cinta transportadora para evacuar el material excavado y sistema integrado de instalación del sostenimiento/revestimiento.

### Estaciones

Se proyectan un total de 5 estaciones nuevas. Los recintos que conforman las estaciones se conseguirán mediante la ejecución de pantallas, forjado de cubierta y contra-bóveda o losa en el fondo, a demás de los correspondientes forjados intermedios del vestíbulo y pre-anden.

Un tramo de la estación de plaza España se ha de excavar en mina ya que está situado bajo las vías de Renfe.

### 3.3. LÍMITES DEL SISTEMA – ÁRBOL DE TOMA DE DECISIÓN

Para valorar el grado de seguridad en proyectos constructivos, se propone utilizar la herramienta desarrollada por el grupo MIVES (Modelo Integrado de cuantificación de Valor de una Edificación Sostenible. Aplicación a la edificación industrial y de servicios. Proyecto del Ministerio de Ciencia y Tecnología Español; MAT 2002-04310).

En esta etapa se define el alcance del proyecto, identificando las características del mismo que permiten evaluar adecuadamente el grado de seguridad en proyectos constructivos.

Para definir dicho alcance, el MIVES propone realizar 3 tareas:

- Determinar el del ciclo de vida de las alternativas.
- Establecer los Componentes de las alternativas.
- Definir los requerimientos o aspectos de las alternativas.

Estas tres tareas, definen los límites del sistema los cuales se pueden visualizar gráficamente, tal como se muestran en la Figura 3.1.

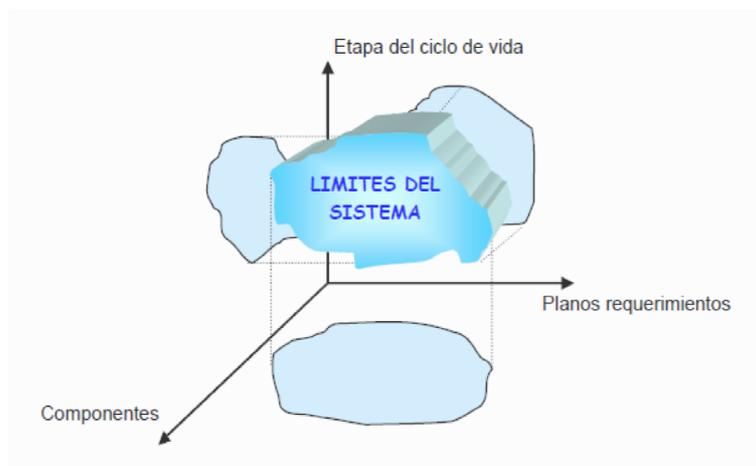


Figura 3.1. Ejes principales del análisis previo.

Con toda la información recopilada, ya es posible identificar la toma de decisión, teniendo en cuenta los diferentes ejes (temporal, de componentes y de requerimientos) y realizar un árbol de toma de decisión que incorpora aquellos aspectos que realmente se consideran importantes para valorar el grado del riesgo en proyectos constructivos.

En este apartado se presenta la identificación de la toma de decisión y el árbol de toma de decisión de forma conjunta. De hecho, el árbol de toma de decisión es la ordenación y estructuración en forma ramificada de todos aquellos aspectos que serán estudiados y que se han identificado en la primera fase. Por ello, para comprender más rápidamente el estudio se considera que es mejor presentar estas dos fases conjuntamente.

El primer paso a realizar es definir todas las fases del ciclo de vida, todos los componentes de la toma de decisión y todos los aspectos de cada requerimiento, para posteriormente seleccionar cuáles son los que serán considerados en este estudio. De esta forma, entre otras características, se tendrán en cuenta aquellos aspectos que sean discriminantes y representativos de la toma de decisión.

Para ello se parte de la figura 3.1, en el eje del ciclo de vida, se tiene en cuenta, la duración del proyecto constructivo en su fase de construcción. En el eje de componentes, se tienen en cuenta, los procesos que conforman un proyecto constructivo en su fase de construcción. En el tercer eje aparecen los requerimientos, que en este caso se ha considerado dos pilares según el lugar del accidente, diferenciando, por un lado, los accidentes que han tenido lugar durante la jornada de trabajo y, por otro, los accidentes "in itinere", que son los ocurridos al ir o al volver del trabajo.

En lo que sigue se describe la razón de ser en la elección de las actividades que conforman cada proceso en el eje de componentes y en la elección de los criterios e indicadores para cada requerimiento.

### **3.3.1. Componentes**

La evaluación de las alternativas se hará a partir de sus procesos, es decir, se identificarán sus procesos principales de forma tal que podamos abarcar dentro de ellos todas las posibles actividades que intervengan en la consecución de cualquier proyecto constructivo.

Antes de identificar los procesos principales que intervienen en la consecución de cualquier proyecto constructivo, es necesario saber que es un proceso y como se clasifican los procesos

Un proceso se puede definir como “una serie de actividades, acciones o tomas de decisiones interrelacionadas, orientadas a obtener un resultado específico como consecuencia del valor añadido aportado por cada una de las actividades que se llevan a cabo en las diferentes etapas de dicho proceso”.

Los procesos se clasifican en:

- **Procesos Estratégicos:** los procesos estratégicos son aquellos que están en relación muy directa con la misión/visión, proporcionan directrices a todos los demás procesos, y son desarrollados por personas de alto nivel en la compañía.
- **Procesos Fundamentales:** los procesos fundamentales atraviesan muchas funciones, tienen impacto en el cliente final creando valor para éste, están relacionados con los objetivos de la organización y desarrollan las capacidades de ésta.
- **Procesos de Soporte:** los procesos de soporte dan apoyo a los procesos fundamentales, normalmente están dentro de una función y sus clientes son internos.

Esta clasificación de los procesos nos ayudara a identificar los mismos de forma clara y ordenada.

### **Identificación de los procesos para proyectos constructivos**

#### *Procesos Estratégicos*

Los procesos estratégicos son los llevados a cabo por profesionales capacitados en la planificación, dirección y coordinación de la construcción general de obras de ingeniería civil y edificios de todo tipo.

Entre sus tareas se incluyen:

- Interpretar planos y especificaciones de arquitectura.
- Coordinar los recursos de mano de obra y la compra y entrega de materiales, instalaciones y equipos.
- Negociar con los propietarios de los edificios, los urbanizadores y los subcontratistas que intervienen en el proceso de construcción para garantizar que los proyectos se completan dentro de plazo y con arreglo al presupuesto.
- Preparar licitaciones y ofertas contractuales.
- Gestionar y aplicar programas de coordinación de los trabajos para las obras de construcción.
- Velar por el cumplimiento de la legislación sobre construcción y de las normas en vigor en materia de rendimiento, calidad, costes y seguridad.

- Organizar la presentación de planes a las entidades locales.
- Construir bajo contrato o subcontratar los servicios de construcción especializados.
- Adoptar las medidas necesarias en relación con inspección de la construcción por las autoridades competentes.
- Establecer y gestionar presupuestos, controlar los gastos y asegurar la utilización eficiente de los recursos.
- Controlar la selección, formación y rendimiento del personal y de los subcontratistas.

### *Procesos Fundamentales*

Los procesos fundamentales en una obra de ingeniería civil o de edificación corresponden a los procesos constructivos de las mismas.

Teniendo en cuenta la gran variedad de procesos constructivos, se determinaron cinco grandes actividades de acuerdo a la tipología de los procesos y tomando con referencia el banco BEDEC de la base de datos del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC).

Lo que se busca con la determinación de estos cinco grandes actividades, es abarcar todos los procesos constructivos que se puedan presentar en cualquier obra y de estar forma tenerlos en cuenta dentro del modelo de valor.

A continuación se presenta una breve descripción de las cinco grandes actividades que se han determinado, asociando a cada uno de ellas las actividades que comprenden. Puede suceder que dentro de esta breve descripción no se tengan en cuenta actividades específicas de algunas obras, pero, de acuerdo a su tipología se puedan ubicar dentro del grupo al que correspondan.

- Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos
  - Las actividades que comprenden las actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos son: operaciones previas; movilización de equipos a obra; apuntalamiento y entibaciones; demoliciones y derribos; movimientos de tierras; excavaciones de túneles y escombros en obra; hincas de tubos; achiques y agotamientos; suministro de tierras; movimientos de tierras bajo agua; gestión de residuos.
- Cimentaciones, contenciones y túneles

- Las actividades que comprenden las cimentaciones, contenciones y túneles son: zanjas y pozos; muros de contención; recalces, Riostras y basamentos-pilarejos, y encepados; consolidación de terrenos; losas; micro-pilotes; pilotes; pantallas; tablestacas; gaviones y escolleras; túneles; contención de taludes; elementos especiales para cimientos.
- Estructuras
  - Las actividades que comprenden las estructuras son: estructuras de acero; estructuras de madera; estructuras de hormigón; estructuras de hormigón sumergido; armaduras activas; armaduras pasivas; encofrados; estructuras de obra de fábrica de bloques; estructuras de obra de fábrica de cerámica; estructuras de mampostería; elementos resistentes industrializados para formación de forjados; elementos estructurales prefabricados; estructuras flotantes; estructuras de aceros especiales y metales; refuerzo de estructuras; elementos especiales para estructuras.
- Instalaciones de servicios y canalizaciones
  - Las actividades que comprenden las instalaciones de servicios y canalizaciones son: drenajes, saneamiento y canalizaciones; instalaciones de evacuación; instalaciones de climatización, calefacción y ventilación mecánica; tubos y accesorios para gases y fluidos; instalaciones eléctricas; instalaciones de alumbrado; instalaciones de fontanería y aparatos sanitarios; instalaciones de gas combustible y otros gases y fluidos; instalaciones de transporte; instalaciones contra incendios y de seguridad; válvulas, filtros, bombas y grupos de presión; instalaciones audiovisuales, comunicación y sistemas de gestión e integración; equipos para instalaciones de agua, riego y piscinas.
- Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta
  - Las actividades que comprenden los acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta son: cubiertas; cerramientos y divisorias; impermeabilizaciones, aislamientos y formación de juntas; revestimientos; firmes y pavimentos; protecciones y señalización; acristalamientos; equipamientos; medidas correctoras de impacto ambiental y jardinería.

#### *Procesos de Soporte*

Los procesos de soporte son los llevados a cabo por las personas encargadas de la asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilancia en las obras de ingeniería civil y edificios de todo tipo.

Entre sus tareas se incluyen:

- Las personas encargadas de la asistencia técnica: realizan ensayos y experimentos sobre el terreno y en materiales, in situ y en laboratorio; proporcionan asistencia técnica relacionada con la construcción de edificios y otras obras de ingeniería civil, incluyendo el levantamiento topográfico y los informes al respecto; preparan dibujos, planos e ilustraciones técnicas partiendo de croquis, mediciones y otros datos; entre otras labores relacionadas con las anteriores.
- Las personas encargadas de la supervisión: organizan y coordinan los recursos materiales y humanos necesarios para completar las tareas; examinan e inspeccionan el progreso del trabajo; examinan los equipos y obras para asegurarse de que cumplen los requisitos de salud y seguridad; entre otras labores relacionadas con las anteriores.
- Las personas encargadas de la administración: supervisan y coordinan las actividades de los trabajadores contables, administrativos y otros empleados de oficina; realizan las labores propias de contabilidad; realizan control de abastecimientos e inventario; dan información al usuario; realizan las labores propias de la recepción; entre otras labores relacionadas con trabajos administrativos.

### 3.3.2. Aspectos del requerimiento *in itinere*

Una de las principales variables de clasificación de los accidentes laborales por parte de la subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social es el lugar del accidente.

De acuerdo al lugar del accidente, se diferencian, por un lado, los accidentes que han tenido lugar durante la jornada de trabajo, que incluyen los ocurridos en alguna de las tres situaciones siguientes: en el centro de trabajo habitual, en desplazamiento durante la jornada laboral y en otro centro o lugar de trabajo y, por otro, los accidentes "in itinere", que son los ocurridos al ir o al volver del trabajo.

En este apartado nos centraremos en describir la razón de ser en la elección de los criterios e indicadores del requerimiento in itinere.

En la Figura 3.2, se muestran los criterios e indicadores del requerimiento in itinere. Como se observa se ramifica en 1 criterios y 1 indicadores.

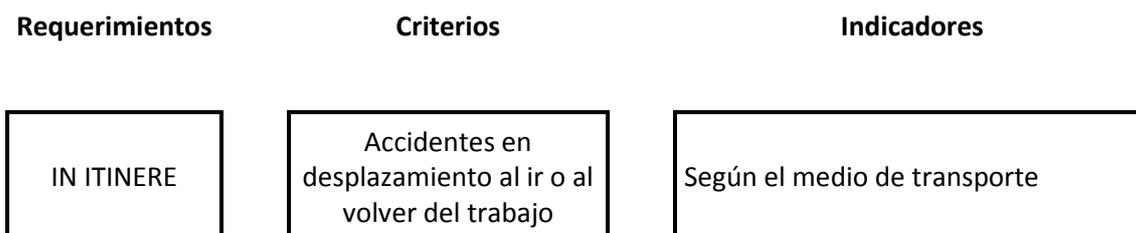


Figura 3.2. Criterios e indicadores de requerimiento in itinere.

El criterio del requerimiento in itinere obedece a la definición del mismo dada por el derecho español que acoge la fórmula del accidente in itinere en el artículo 115.2.a, del Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social (RD 1/1994 de 20 de junio), que dice: “Tendrán la consideración de accidente de trabajo los que sufra el trabajador al ir o al volver del lugar de trabajo”.

La razón de ser del indicador se explica a continuación:

Lo que exige la Ley es que el accidente suceda durante los desplazamientos anterior o posterior al trabajo, pero del tenor literal del artículo antes citado no se desprende la necesidad de que el domicilio se encuentre próximo, de que sea el propio domicilio, de se siga un determinado trayecto, de que se utilicen medios de transporte públicos o privados, etc.

Sin embargo, la doctrina y la jurisprudencia han sistematizado al menos cuatro requisitos específicos integrantes de la noción de accidente de trabajo in itinere. Estos requisitos son:

- El traslado debe estar motivado, única y exclusivamente, por el trabajo; esto es, su causa ha de ser la iniciación o finalización de la prestación de servicios.
- El accidente debe ocurrir en un tiempo inmediato o razonablemente próximo a las horas de entrada o salida del trabajo, lo que implica conjuntamente la distancia a recorrer y el medio de locomoción.
- El accidente de trabajo in itinere debe ocurrir, precisamente, en el camino de ida vuelta entre el domicilio del trabajador y su centro de trabajo. Advirtiéndose por la jurisprudencia que se debe utilizar un trayecto adecuado, normal, usual, habitual. Con respecto a este requisito, no obstante, se ha venido relativizando la necesidad de que el punto de origen o destino sea el domicilio del trabajador, dándose más relevancia “al ir o volver del lugar de trabajo”, no siendo esencial que el domicilio del trabajador sea el origen y destino en tanto no se rompa el nexo causal del trabajo.
- “El medio de transporte utilizado cuando sobreviene el accidente, ha de ser racional y adecuado para salvar la distancia entre el centro de trabajo y el domicilio del trabajador o viceversa. En este sentido, medio de transporte adecuado es el normal habitual cuyo uso no entrañe riesgo grave e inminente, aunque no se exige su empleo sistemático”.

Lo anterior se cita para dar a entender que uno de los requisitos específicos integrantes de la noción de accidente de trabajo in itinere es el medio de transporte utilizado.

### 3.3.3. Aspectos de requerimiento en jornada

Una de las principales variables de clasificación de los accidentes laborales por parte de la subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social es el lugar del accidente.

De acuerdo al lugar del accidente, se diferencian, por un lado, los accidentes que han tenido lugar durante la jornada de trabajo, que incluyen los ocurridos en alguna de las tres situaciones siguientes: en el centro de trabajo habitual, en desplazamiento durante la jornada laboral y en otro centro o lugar de trabajo y, por otro, los accidentes "in itinere", que son los ocurridos al ir o al volver del trabajo.

En este apartado nos centraremos en describir la razón de ser en la elección de los criterios e indicadores del requerimiento en jornada.

En la Figura 3.3, se muestran los criterios e indicadores el requerimiento en jornada. Como se observa se ramifica en 4 criterios y 10 indicadores

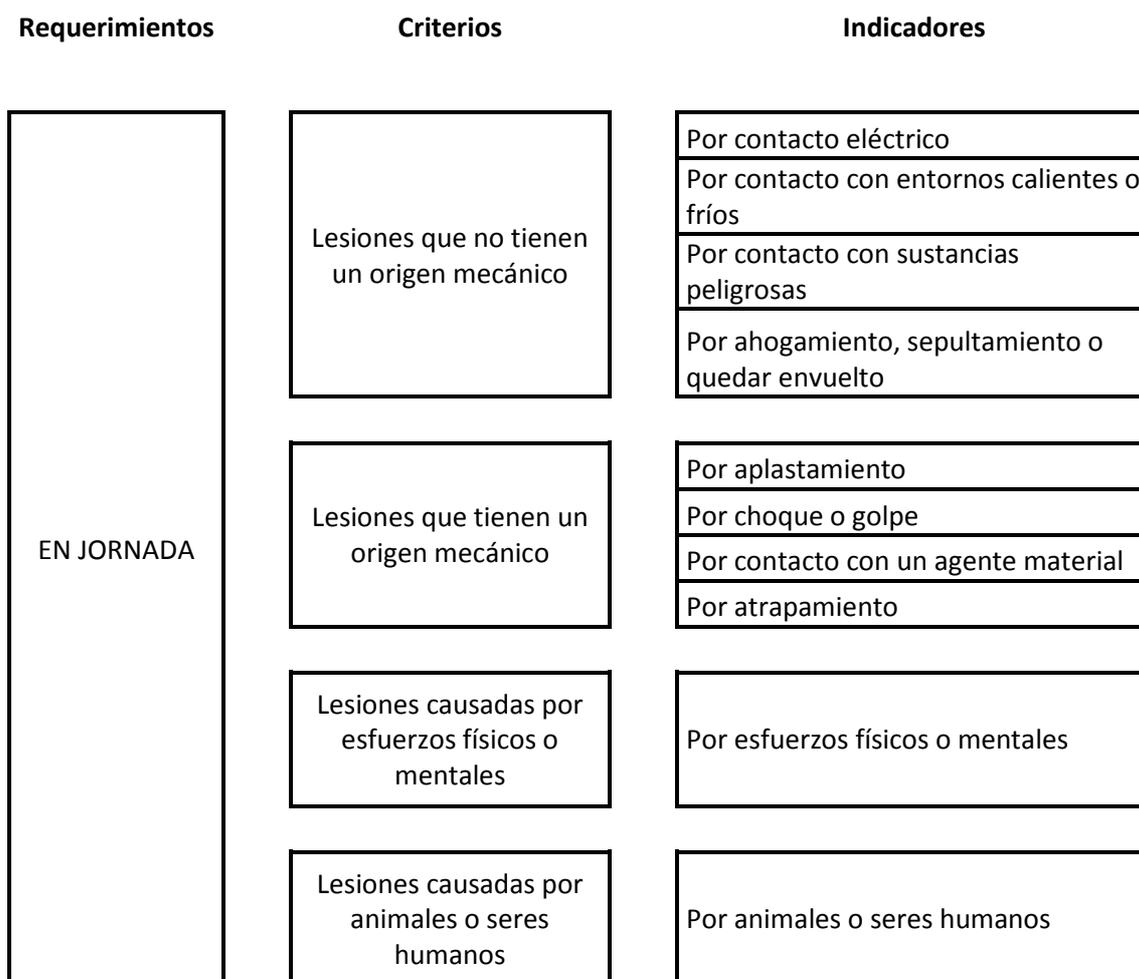


Figura 3.3. Criterios e indicadores del requerimiento en jornada.

Los criterios e indicadores del requerimiento en jornada corresponden a los riesgos que se pueden presentar durante la construcción de una obra de ingeniería civil o de edificación.

La elección de estos obedece a la variable forma o contacto que ocasiono la lesión utilizada en las estadísticas de accidentes laborales del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

La variable forma o contacto que ocasiono la lesión así como otras variables que describen circunstancias que dieron lugar al accidente así como sus consecuencias fueron recomendadas por la Oficina Estadística de la Unión Europea (EUROSTAT), que ha elaborado las clasificaciones de dichas variables, recomendadas también por la Organización Internacional del Trabajo.

La clasificación forma o contacto que ocasionó la lesión. Describe el modo en que la víctima ha resultado lesionada, tanto física como psicológicamente por el agente material que ocasionó la lesión. Por ejemplo, choque con objeto que cae verticalmente, contacto con herramienta manual cortante, etc.

La clasificación tiene la siguiente estructura:

- 10-29 Los distintos tipos de lesiones que no tienen un origen mecánico (veneno, temperatura, electricidad y asfixia).
- 30-69 Los distintos tipos de lesiones que tienen un origen mecánico.
- 70-79 Los distintos tipos de lesiones causados por esfuerzos físicos o mentales.
- 80-89 Los distintos tipos de lesiones causados por animales o seres humanos.

La estructura de la clasificación fue lo que se eligió como criterios del requerimiento tal como se muestra en la Figura 3.3.

A partir de la estructura de la clasificación (criterios de acá en adelante), se determinaron los indicadores con base en las formas o contactos que hacen parte de cada clasificación y su tipología.

### **Lesiones que no tienen un origen mecánico**

#### **Por contacto eléctrico**

Este riesgo se da cuando el factor que provoca la lesión es la intensidad de la corriente eléctrica o si la corriente eléctrica es un factor de peligrosidad crucial para que el objeto provoque la lesión.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo): este contacto se da cuando la víctima entra en contacto con un arco eléctrico y recibe una descarga eléctrica o sufre una quemadura provocada por el calor. El agente material no es la corriente, sino el objeto con tensión, por ejemplo una herramienta, unos alicates o unas tenazas.
- Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo: este contacto se da si la víctima entra en contacto directo con un objeto normal o anormalmente con tensión, cuya corriente pasa al cuerpo de la víctima.

#### Por contacto con entornos calientes o fríos

Este riesgo se da cuando la temperatura es factor de peligrosidad crucial para que el objeto provoque la lesión.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas: Este contacto se da cuando la causa de la lesión es la temperatura del objeto o del entorno. El factor determinante de la lesión es la temperatura del objeto con el cual ha entrado en contacto la víctima. El Agente material es el objeto que quema o el objeto del cual provienen las llamas, por ejemplo la gasolina inflamada, una viga de madera que arde, un coche incendiado, etc.
- Contacto con objeto o entorno - frío o helado: Este contacto da en aquellos casos en que la víctima entra en contacto con algo que provoca congelación, con independencia de que se toque o no el objeto. Puede ser aire frío, agua, oxígeno líquido, etc. El agente material asociado es el objeto frío.

#### Por contacto con sustancias peligrosas

Este riesgo se da si las sustancias peligrosas son un factor de peligrosidad crucial para que el objeto provoque la lesión.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación.
- Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos.
- Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo.

Estos contactos se dan cuando lo que causa de la lesión es una sustancia biológica o química o las propiedades de ésta. En este caso, es preciso distinguir entre las formas en que se produce lesión, en particular si el efecto se produce a través de las vías respiratorias por inhalación, por un contacto con la piel o por el tacto o, por último, a través del aparato digestivo, comiendo o bebiendo. En cambio, el polvo no directamente nocivo pero que se introduce, por ejemplo, en los ojos al ser proyectado por un instrumento (origen mecánico) es un choque o golpe contra un objeto - proyectado y no un contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos.

#### Por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto

Este riesgo se da si la víctima no puede tomar oxígeno, lo cual provoca la asfixia. Por consiguiente, la falta de oxígeno puede provocar el fallecimiento. Este riesgo se da cuando el factor que causa la lesión es la falta de oxígeno.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Ahogamiento en un líquido: Esta forma se da en los casos en que la falta de oxígeno se debe a una inmersión en un líquido que impide la toma de oxígeno, por ejemplo la inmersión en agua. El Agente material asociado es el líquido o, si no se especifica éste, el «recipiente» que contiene el líquido en el cual se ha sumergido a la víctima.
- Quedar sepultado bajo un sólido: esta forma se da cuando la falta de oxígeno se debe al hecho de quedar sepultado bajo materiales sólidos que impiden la toma de oxígeno, por ejemplo, tierra. El Agente material es la sustancia bajo la cual la víctima queda sepultada: la tierra.
- Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión: esta forma se da cuando vapores o gases asfixiantes impiden la toma de oxígeno o cuando alguna otra cosa impide a la víctima respirar, por ejemplo una bolsa de plástico sobre la cara. El Agente material serán los vapores o los gases asfixiantes o cualquier otra cosa que impida a la víctima respirar.

Estas formas no deben utilizarse cuando las propiedades químicas de los vapores o de los gases los conviertan en tóxicos, cáusticos (corrosivos) o nocivos. Tampoco deberán utilizarse si la lesión más grave es el envenenamiento o la quemadura provocados por dichos productos químicos, en cuyo caso deberán emplearse los contactos correspondientes a «contacto con sustancias peligrosas».

#### **Lesiones que tienen un origen mecánico**

##### Por aplastamiento

Este riesgo se da si la víctima se halla en movimiento y el objeto que provoca la lesión no lo está. La víctima puede estar en movimiento horizontal o vertical.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída: esta forma se da cuando la causa de la lesión es el movimiento vertical de la víctima (es decir, una caída). La altura de la caída de la víctima que precede al choque carece de importancia. Esta forma también se da cuando la víctima cae y el factor causante de la lesión (agente material del contacto) es el objeto con el que la víctima tropieza en su caída, por ejemplo si se golpea con una silla.
- Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil: Esta forma se da cuando la víctima tropieza con algo inmóvil, por ejemplo, una mesa. La víctima efectúa un movimiento horizontal y el agente material será la mesa. O bien el caso de un conductor de camión que choca contra un árbol o con un vehículo estacionado.

### Por choque o golpe

Este riesgo se da en los casos en que el objeto que ha provocado la lesión está en movimiento y choca o entra en colisión con la víctima.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Choque o golpe contra un objeto – proyectado: esta forma se da en los casos en que la víctima es golpeada por un objeto proyectado, lanzado al aire (por ejemplo, lanzado fuera de una máquina), pero no por un objeto que cae en sentido vertical. También se da cuando la víctima es golpeada por una puerta que se abre de forma violenta. El objeto también puede ser muy pequeño (por ejemplo, virutas de madera o de metal).
- Choque o golpe contra un objeto - que cae: Esta forma se da en los casos en que la víctima es alcanzada por un objeto en caída vertical, pero no por un objeto proyectado en el aire. Ejemplo: ladrillo que cae desde una altura.
- Choque o golpe contra un objeto - en balanceo: esta forma se da cuando la víctima es golpeada por un objeto que salta por estar comprimido, bajo tensión. Ejemplo: ramas, muelles, bandas elásticas, gomas y similares. También se da cuando un objeto se balancea como un péndulo.
- Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento: normalmente esta forma se da si la víctima es golpeada o atropellada por un objeto que corre o que rueda. Ejemplo: un equipo sobre ruedas (carro) o un vehículo.

Las formas anteriores implican que la víctima se halla inmóvil o sin movimiento notorio en relación con la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estas formas significan que la única causa del choque es el movimiento del objeto.

- Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento): esta forma se da en los casos en que tanto la víctima como el objeto que provoca la lesión están en movimiento. Debe entenderse por colisión un choque entre una persona y un objeto en movimiento, ya sea en la misma dirección, ya sea en direcciones opuestas. También debe utilizarse para dos personas o dos vehículos que chocan entre sí.

Los accidentes de tráfico se incluirán en muchos casos en las formas “Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento” o “Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)”. El objeto suele ser un vehículo (no obstante, en el caso del conductor de un vehículo que choca contra un obstáculo inmóvil, como una pared u otro vehículo inmóvil, la forma será “aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil”; los casos de atropello de peatones se incluirán en el riesgo por atrapamiento).

- Golpe de mar: esta forma se da por golpe de mar.

#### Por contacto con un agente material

Este riesgo se da cuando la razón principal por la que el objeto provoca la lesión es el hecho de que sea cortante, punzante, duro o rugoso, y no únicamente el hecho de que la víctima haya sido golpeada con dicho objeto.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja): este contacto se da cuando la víctima se corte con algo afilado, como un cuchillo o un borde cortante.
- Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada): este contacto se da en los casos en que la víctima se pinche con algo, como un punzón o una aguja.
- Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.): este contacto se da cuando la víctima se arañe o rasguñe con algo rugoso o con asperezas, como un rallador, papel de lija, una tabla no cepillada, etc. Un agente duro es un agente material sin flexibilidad debido a su masa o al hecho de que es compacto y, en consecuencia, no amortigua el contacto y no lo absorbe.

#### Por atrapamiento

Este riesgo se da cuando la energía, la talla, el peso, la presión o la velocidad de un objeto o de una máquina sean el factor que provoca la lesión. Ejemplo: una prensa que ejerce presión sobre la víctima (o sobre uno de sus miembros), un recipiente pesado que aplasta a la víctima (o uno de sus miembros) debido a su peso,

un camión grúa que aplasta a la víctima contra una pared o un coche que vuelca y aplasta a una persona que trabajaba en el mantenimiento de la vía pública.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Quedar atrapado, ser aplastado – en: esta forma se da en aquellos casos en que la víctima queda atrapada en algo móvil o presionada por ello, ya sea una parte de una máquina o algo que está en movimiento. El agente material es el objeto que se mueve (o el conjunto, sea cual fuere, del que forma parte dicho objeto), por ejemplo una máquina (o uno de sus componentes), un motor de vehículo o un pincho (provisto de un gancho). El objeto que aprisiona o que oprime a la víctima es el agente material.
- Quedar atrapado, ser aplastado – bajo: esta forma se da en los casos en que la víctima queda aplastada bajo algo y, por consiguiente, contra una superficie (suelo, carretera). En esta forma hay una idea de movimiento vertical. Por ejemplo: aplastado por un automóvil, bajo un bloque de hormigón, etc. El agente material será el objeto en movimiento (o la parte del objeto que se mueve), como un coche (o su rueda). En consecuencia, para esta forma hay dos objetos, pero el agente material es el objeto que aprisiona y que aplasta, y no aquello sobre lo cual la víctima está aprisionada o aplastada. Si la víctima es atropellada por un coche, el agente material es el «coche» y no «carretera o superficie».
- Quedar atrapado, ser aplastado – entre: esta forma se da en los casos en que la víctima es aplastada contra una herramienta en funcionamiento y otra cosa, por ejemplo entre una máquina pesada de perforación y una pared, o entre una caja pesada y una máquina. Esta forma expresa una idea de movimiento horizontal. El Agente material es el que se utiliza o manipula y que está en movimiento (o el conjunto, sea cual fuere, del que forma parte dicho objeto), por ejemplo la máquina de perforación o la caja. Por lo que respecta a esta forma, la víctima está aplastada entre dos objetos, pero el agente material es el objeto que aplasta, y no el objeto contra el cual la víctima está aplastada. Por ejemplo, si alguien es aplastado contra una pared por un camión, el agente material es el «camión» y no la «pared».
- Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo: esta forma se da en los casos en que la víctima sufre amputación o seccionamiento de un miembro o de un dedo. Por ejemplo, en los casos en que un dedo de la víctima es arrastrado y posteriormente amputado por una herramienta giratoria y cortante.

## **Lesiones causadas por esfuerzos físicos o mentales**

### *Por esfuerzos físicos o mentales*

Este riesgo se da por esfuerzo físico del cuerpo, esfuerzo psíquico.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Sobreesfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético.
- Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión.

Estas formas se dan en casos de esfuerzos importantes o leves sobre los músculos, las articulaciones, los órganos y los tejidos, provocados por movimientos excesivos, agentes físicos (ruido, radiación, fricción, etc.) o traumatismos. Las acciones que provocan una lesión externa no se incluyen en esta forma. Esto afecta únicamente a los sucesos que se producen de forma accidental y repentina; las exposiciones regulares a esfuerzos físicos a más largo plazo dan lugar a enfermedades profesionales.

Puede haber o no un agente material asociado a estas formas, dependiendo del tipo de accidente. Por ejemplo, cuando una persona resulta irradiada, hay un agente material que puede describir el contacto; en el caso de un piloto de avión herido en el sistema auditivo por una depresurización se trata de un agente material. En cambio, una persona que sufre lumbago al levantarse por sí sola sin llevar ningún objeto ni ser alcanzada por ningún objeto no tiene agente asociado en lo que se refiere al contacto. Asimismo, no hay agente material del contacto en el caso de una persona que da un traspies y se tuerce el tobillo.

- Trauma psíquico: esta forma corresponde en particular a los choques psicológicos a raíz de una agresión o un acto de violencia, o a un suceso impactante, incluido otro accidente del que haya sido testigo la víctima. En cambio, si la lesión a raíz de la agresión es principalmente física, el contacto corresponde a otra forma, por ejemplo “por contacto con un agente material” para las heridas con arma blanca o bala, o la forma “golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento” para las patadas o los puñetazos.

### **Lesiones causadas por animales o seres humanos**

#### *Por animales o seres humanos*

Este riesgo se da cuando el factor que provoca la lesión proviene de un ser humano, un animal o un insecto.

Las formas o contactos que lo conforman son:

- Mordedura: Esta forma se da cuando la víctima es mordida por un ser humano o un animal.
- Picadura de un insecto, un pez: esta forma se da en caso de picaduras nocivas de insectos peligrosos (avispa, abeja) o de peces con espinas o aguijones venenosos (escorpión marino, araña). No debe confundirse con el contacto con

un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada), en el cual el objeto punzante es la causa de la lesión.

- Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento: esta forma se da por golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento.

### 3.3.4. *Árbol de toma de decisión completo*

Requerimientos	Criterios	Indicadores
IN ITINERE	Accidentes en desplazamiento al ir o al volver del trabajo	Según el medio de transporte
EN JORNADA	Lesiones que no tienen un origen mecánico	Por contacto eléctrico Por contacto con entornos calientes o fríos Por contacto con sustancias peligrosas Por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto
	Lesiones que tienen un origen mecánico	Por aplastamiento Por choque o golpe Por contacto con un agente material Por atrapamiento
	Lesiones causadas por esfuerzos físicos o mentales	Por esfuerzos físicos o mentales
	Lesiones causadas por animales o seres humanos	Por animales o seres humanos

Figura 3.4. *Árbol de toma de decisión completo.*

### 3.4. INFORMACIÓN PARA CUANTIFICAR LOS INDICADORES

#### 3.4.1. Información para cuantificar los indicadores del requerimiento *In Itínere*

##### **Definición de los medios de transporte en desplazamientos para ir o volver del trabajo**

De acuerdo con apartado 3.3.3 uno de los requisitos específicos integrantes de la noción de accidente de trabajo in itinere es el medio de transporte utilizado.

Para cuantificar el indicador “según el medio de transporte” del requerimiento in itinere, se utiliza el requisito antes mencionado.

Antes de explicar cómo cuantificar este indicador, debemos definir los medios de transporte utilizados en desplazamientos para ir o volver del trabajo.

Para definir los medios de transporte utilizados en desplazamientos para ir o volver del trabajo, nos hemos basado en los informes de accidentes laborales de tráfico (ALT) correspondientes a los años 2010 y 2011 del departamento de investigación e información del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y una guía presentada por el Instituto Regional de Seguridad y Salud de la Consejería de Empleo Mujer e Inmigración de la Comunidad de Madrid.

Los informes de ALT del INSHT corresponden al análisis de los datos de todos los sectores económicos en su conjunto (agrario, industria, construcción y servicios) y no solo para la construcción.

Antes de continuar con la con la definición de los medios de transporte utilizados en desplazamientos para ir o volver del trabajo, es importante aclarar lo que significa accidente de tráfico ya que los ALT son accidentes de tráfico y que los accidentes in itinere no solo son accidentes de tráfico.

Según la Dirección General de Tráfico (DGT), el accidente de circulación (trafico) es aquel que reúne las circunstancias siguientes:

- Producirse, o tener su origen, en una de las vías o terrenos objeto de la legislación sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial.
- Resultar a consecuencia del mismo:
  - Una o varias personas muertas o heridas.
  - Sólo daños materiales.
- Estar implicado al menos un vehículo en movimiento.

Según los informes de ALT correspondientes a los años 2010 y 2011, no todos los accidentes in itinere notificados a través de Delt@ son considerados accidentes de tráfico. Tal como se muestra en la Tabla 3.1 del informe de ALT correspondiente al

año 2010, de los 76.441 accidentes in itinere, 46.869 son de tráfico y 29.572 no son de tráfico, es decir, el 61,31% son de tráfico y el 38,69% no son de tráfico.

		Tráfico	No tráfico	Total
Lugar del accidente	En jornada de trabajo	18.577	550.946	569.523
		28,4%	94,9%	88,2%
	In itinere	46.869	29.572	76.441
		<b>71,6%</b>	5,1%	11,8%
Total		65.446	580.518	645.964
		100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 3.3. Distribución de accidentes laborales de tráfico y resto, por lugar del accidente. Año 2010

Lo anterior se corrobora con la Figura 3.2 del informe de ALT correspondiente al año 2011, donde se muestra que el 62% de los accidentes de trabajo in itinere son de tráfico, lo que quiere decir que 38% no son de tráfico.

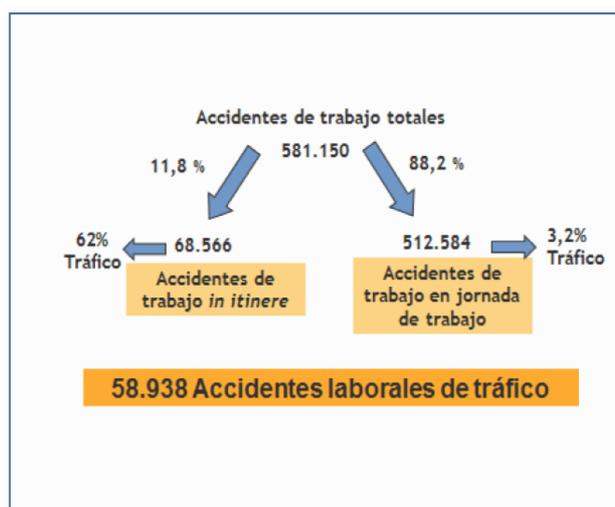


Figura 3.5. Distribución de los accidentes de trabajo según tipo de accidente.

De acuerdo con lo anterior, se determinó que el porcentaje para cada una de las variables será su promedio tal como se muestra en la Tabla 3.2.

Accidentes in itinere	(%)
Accidentes in itinere de tráfico	61,66
Accidentes in itinere que no son de tráfico	38,34

Tabla 3.4. Porcentaje del total de accidentes in itinere que son de tráfico y que no lo son.

De acuerdo con la definición de accidente de tráfico, se procede a determinar los vehículos utilizados en desplazamientos para ir o volver del trabajo según el informe de ALT correspondiente al año 2011 del departamento de investigación e

información del INSHT y una guía presentada por el Instituto Regional de Seguridad y Salud de la Consejería de Empleo Mujer e Inmigración de la Comunidad de Madrid.

Para determinar los vehículos según el informe de ALT del año 2011, se presenta en la Figura 3.3 la variable “agente material implicado” estudiada en este análisis descriptivo.

Esta variable representa los principales tipos de vehículos que tienen lugar en estos siniestros.

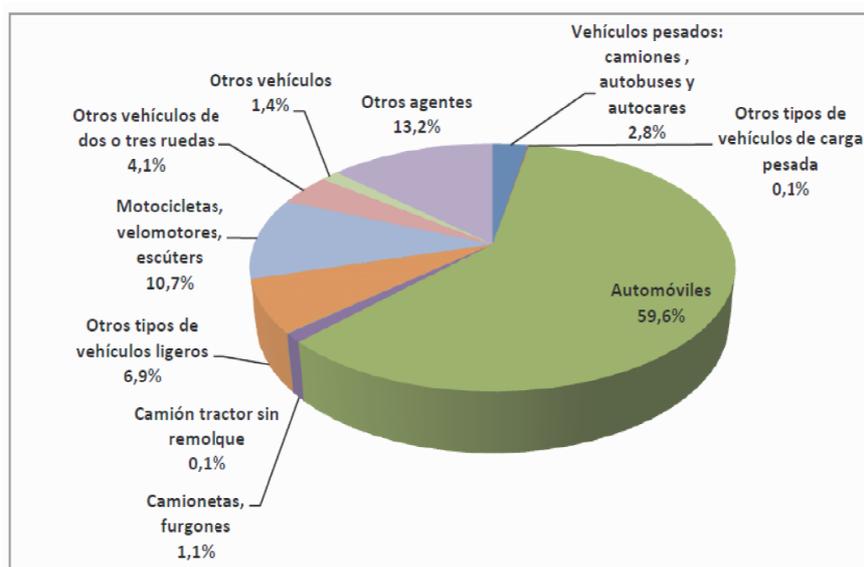


Figura 3.6. Distribución% de los agentes materiales implicados en los ALT in itinere

Analizando la Figura 3.3, se observa que hay muchos tipos de vehículos, por lo que necesario filtrar esta información a partir de documentación especializada en la material que permita determinar los vehículos más usados en este tipo de trayectos.

Para determinar los vehículos más usados en este tipo de trayectos, se recurre a la guía para la prevención de accidentes de tráfico con relación laboral presentada por el Instituto Regional de Seguridad y Salud de la Consejería de Empleo Mujer e Inmigración de la Comunidad de Madrid, donde se presenta un cuestionario de prevención de riesgo de accidente de tráfico en el trayecto de ida y regreso al trabajo, mostrado en la Figura 3.4 y en la que se observan los medios de desplazamiento para ir o volver del trabajo.

**CUESTIONARIO DE PREVENCIÓN DE RIESGO DE ACCIDENTE DE TRÁFICO EN EL TRAYECTO DE IDA Y REGRESO AL TRABAJO**

**Edad:**  18-25 años.  26-40 años.  
 41-50 años.  51 años o más.

**Dispone de permiso de conducir:**  Sí.  No.

**Experiencia en la conducción:** \_\_\_\_\_ años.

**Especifique su horario de entrada y salida, en su caso:**  
 Entrada: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ horas.  
 Salida: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ horas.

**Dispone de flexibilidad horaria de entrada y salida:**  Sí.  No.

**Medios de desplazamiento para ir o volver del trabajo:**  
 andando.  en bicicleta.  transporte público.  
 vehículo de 2 ruedas.  coche.  transporte colectivo de la empresa.

**Km. diarios entre su lugar de trabajo y su domicilio (trayectos ida- vuelta):** \_\_\_\_\_

**Tiempo medio diario que utiliza para desplazarse entre su lugar de trabajo y su domicilio (trayectos ida- vuelta):** \_\_\_\_\_

**Principales factores de riesgo con los que se encuentra (indique todos los que considere adecuados, en su caso):**

intensidad de tráfico.  
 condiciones climatológicas.  
 cumplir con los horarios de entrada de la empresa.  
 su vehículo o el medio de transporte.  
 su propia conducción.  
 su estado psicofísico (cansancio, estrés, sueño, etc.).  
 otros conductores.  
 estado de la infraestructura / vía.  
 Otros \_\_\_\_\_

**Indique qué medida piensa que puede facilitar y hacer más seguros sus desplazamientos:**

teletrabajo.  
 flexibilidad de horarios.  
 ayudas al uso del transporte público.  
 rutas de empresa.  
 formación en seguridad vial.  
 Otras \_\_\_\_\_

Figura 3.7. Cuestionario de prevención de riesgo de accidente de tráfico en el trayecto de ida y regreso al trabajo.

Los medios de desplazamiento para ir o volver del trabajo mostrados en la Figura 3.4, son los más usuales en este tipo de desplazamiento y de igual forma están comprendidos dentro de los medios de transporte expuestos en los informes de ALT del INSHT estudiados en este apartado.

En la Tabla 3.3 se muestran los medios de transporte definidos para los desplazamientos de ida y regreso del trabajo:

Medios de transporte
Andando
En bicicleta
En vehículo de 2 ruedas
En coche
En transporte público

Tabla 3.5. Medios de transporte para los desplazamientos de ida y regreso del trabajo.

Considerando que el tipo de vehículo para transporte público es igual o parecido que el tipo de vehículo para transporte colectivo de la empresa (autobuses y autocares), se unieron en uno solo que se llamo “En transporte público”.

### Asignación de pesos a los accidentes in itineres según el medio de transporte

El indicador “según el medio de transporte” se cuantificara a partir de los medios de transporte mostrados en la Tabla 3.2.

Lo que se va medir en este indicador es la probabilidad en porcentaje de que ocurran accidentes in itineres durante la construcción de la obra.

Teniendo en cuenta lo anterior, lo que nos interesa saber es el porcentaje del total de accidentes in itineres según el medio de transporte. Estos porcentaje representaran los pesos de cada accidente in itinere según el medio de transporte dentro del indicador.

Para determinar estos porcentajes, se analizaron las Tabla 3.2 y 3.3, y la Figura 3.3, y se fusionaron en la Tabla 3.4.

Tabla 3.2		Tabla 3.3	Figura 3.3	
Accidentes in itineres	(%)	Medios de transporte	Agente material implicado	(%)
Accidentes in itineres que no son de trafico	38,34	Andando		
Accidentes in itineres de trafico	61,66	En bicicleta	Otros vehículos de dos o tres ruedas	4,1
		En vehículo de 2 ruedas	Motocicletas, velomotores, escúters	10,7
		En coche	Automóviles	59,6
		En transporte público	Vehículos pesados: camiones, autobuses y autocares	2,8

Tabla 3.6. Fusión de las Tablas 3.2 y 3.3, y la Figura 3.4.

De la Tabla 3.4, se explicara a continuación el motivo por el cual no se consideraron los demás agentes materiales implicados:

- El agente material implicado “otros tipos de vehículos ligeros”, no se considero por definición, ya que según la DGT, un vehículo ligero es un vehículo automóvil especialmente acondicionado para el transporte de mercancías cuyo peso máximo autorizado no exceda de 6 toneladas, o que, aun sobrepasando dicho peso, tenga una capacidad de carga útil no superior a 3,5 toneladas. Tal como se menciono antes, los informes de ALT del INSHT corresponden al análisis de los datos de todos los sectores económicos en su conjunto (agrario, industria, construcción y servicios) y no solo para la construcción. Este tipo de vehículo no es usual en el tipo de desplazamiento que estamos estudiando en este apartado.
- Los agentes materiales otros tipos de vehículos de carga pesada, camión tractor sin remolque y camionetas, furgones, no se consideraron porque no son usuales en el tipo de desplazamiento que estamos estudiando en este apartado.
- Los agentes materiales otros vehículos y otros agentes, no se consideraron porque no queda claro a qué tipo de vehículos o agentes se refiere.

En la Tabla 3.4 se observa que el medio de transporte “ En bicicleta” se relaciono con el agente material “otros vehículos de dos o tres ruedas”. Esto se debe a que según el informe del año 2010 de ALT del INSHT la definición de este agente material es exactamente la siguiente: “vehículos – dos, tres ruedas, motorizados o no.

De la Tabla 3.4 se puede extraer que el medio de transporte “En bicicleta” está relacionado con vehículos motorizados y el medio de transporte “En transporte público” está relacionado con camiones, por lo cual estos porcentajes estarían afectados por vehículos que no se entienden dentro de cada medio de transporte. Teniendo en cuenta que la única información disponible para este análisis de la forma más precisa es esta y que la distribución porcentual para cada agente material implicado en la Tabla 3.4 parece coherente, se trabajara con estos porcentajes para sus respectivos medios de transporte asignados.

De la Tabla 3.4 se puede extraer que la suma de dichos porcentajes es del 77,2% y el porcentaje de accidentes in itineres de tráfico es de 61,66%. Por lo anterior, se debe ajustar el porcentaje de cada agente material implicado y de forma proporcional al 61,66% ya este dato es preciso.

En la Tabla 3.5 se muestra el porcentaje del total de accidentes in itineres con baja (Los accidentes con baja son accidentes mortales, graves y leves que causen baja) para cada medio de transporte, asignándole a los accidentes en vehículos su respectivo porcentaje ya ajustado según los accidentes del agente material asociado.

Indicador	Accidentes según el medio de transporte	Peso [w] (%)
Según el medio de transporte	Accidentes andando	38,34
	Accidentes en bicicleta	3,27
	Accidentes en vehículo de 2 ruedas	8,55
	Accidentes en coche	47,60
	Accidentes en transporte público	2,24

Tabla 3.7. Peso [w] (%) para cada accidente in itinere según el medio de transporte.

### **Determinación del número de personas que utilizan cada medio de transporte en desplazamientos para ir o volver del trabajo**

Para determinar el número de personas que utilizan cada medio de transporte en desplazamientos para ir o volver del trabajo, se propone utilizar el cuestionario presentado en la guía para la prevención de accidentes de tráfico con relación laboral presentada por el Instituto Regional de Seguridad y Salud de la Consejería de Empleo Mujer e Inmigración de la Comunidad de Madrid, y mostrado en la Figura 3.4.

Este cuestionario debe cumplimentarse por todos los miembros de la obra, obteniendo de esta manera el número de personas por cada medio de transporte mostrado en el mismo. De igual forma es el punto de partida para evaluar los riesgos en los desplazamientos in itinere, debiendo cumplimentarse también por los nuevos trabajadores y actualizarse periódicamente con objeto de realizar un seguimiento.

### **3.4.2. Información para cuantificar los indicadores del requerimiento En Jornada**

#### **Método propuesto por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) para la evaluación de riesgos laborales**

Actualmente se reconoce que la evaluación de riesgos es la base para una gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo. De hecho la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, que traspone la Directiva Marco 89/391/CEE, establece como una obligación del empresario:

- Planificar la acción preventiva a partir de una evaluación inicial de riesgos.
- Evaluar los riesgos a la hora de elegir los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

Esta obligación ha sido desarrollada en el capítulo II, artículos 3 al 7 del Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención.

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

El proceso de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

- Análisis del riesgo, mediante el cual se:
  - Identifica el peligro.
  - Se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y la severidad de que se materialice el peligro.

El Análisis del riesgo proporcionará de qué orden de magnitud es el riesgo.

- Valoración del riesgo, con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

De acuerdo con lo dispuesto en el capítulo VI del R.D. 39/1997, la evaluación de riesgos solo podrá ser realizada por personal profesionalmente competente. Debe hacerse con una buena planificación y nunca debe entenderse como una imposición burocrática, ya que no es un fin en sí misma, sino un medio para decidir si es preciso adoptar medidas preventivas.

#### Estimación del riesgo

- Severidad del daño

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- Partes del cuerpo que se verán afectadas.
- Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Ejemplos de ligeramente dañino:

- Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
- Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, disconfort.

Ejemplos de dañino:

- Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

Ejemplos de extremadamente dañino:

- Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

- Probabilidad de que ocurra el daño

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre.
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces.

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control, también juegan un papel importante. Además de la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar lo siguiente:

- Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico).
- Frecuencia de exposición al peligro.
- Fallos en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua.
- Fallos en los componentes de las instalaciones y de las máquinas, así como en los dispositivos de protección.
- Exposición a los elementos.
- Protección suministrada por los EPI y tiempo de utilización de estos equipos.
- Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos).

En la tabla 3.8 se da un método simple para estimar los grados de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a su severidad esperada.

**Grados de Riesgo**

		Severidad		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
Probabilidad	Baja	Riesgo trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	Media	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	Alta	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

*Tabla 3.8. Método para estimar los grados de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a su severidad esperada (INSHT).*

Los grados de riesgos indicados en la Tabla 3.8 forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones. En la Tabla 3.9 se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La Tabla 3.9 también indica que los

esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo.

Grado de Riesgo	Acción y temporización
Trivial	No se requiere acción específica
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 3.9. Acción y temporización de acuerdo al grado de riesgo.

El grado de riesgo de las formas o contactos que ocasionan la lesión y que conforman cada uno de los indicadores, se evaluarán de acuerdo al método presentado en la Tabla 3.8, en cada uno de las actividades que conforman la construcción de una obra de ingeniería civil o de edificación, identificadas en el apartado 3.3.1.

Para efectos de nuestro estudio, el método presentado en la Tabla 3.8 se adaptará al mismo, asignando valores numéricos de forma secuencial a cada grupo de atributos que utiliza el método para estimar el riesgo. En la Tabla 3.10 se muestra la asignación numérica antes mencionada.

Grupo de atributos	Atributos	Asignación numérica
Probabilidad	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Severidad	Ligeramente dañino	1
	Dañino	2
	Extremadamente dañino	3
Grado de riesgo	Riesgo trivial	1
	Riesgo tolerable	2
	Riesgo moderado	3
	Riesgo importante	4
	Riesgo intolerable	5

Tabla 3.10. Asignación numérica a cada atributo utilizado en el método propuesto por el INSHT para estimar el grado de riesgo en la evaluación de riesgos laborales.

Con base en lo anterior se presenta en la Tabla 3.11 el método propuesto por el INSHT para estimar el grado de riesgo en la evaluación de riesgos laborales, pero adaptado de acuerdo a la asignación numérica presentada en la Tabla 3.10

**Grado de Riesgo (GR)**

		Severidad (SV)		
		1	2	3
Probabilidad (PB)	1	1	2	3
	2	2	3	4
	3	3	4	5

Tabla 3.11. Adaptación numérica del método propuesto por el INSHT para estimar el grado de riesgo en la evaluación de riesgos laborales.

Para efectos de nuestro estudio, se utilizara la Tabla 3.11 a la hora de estimar los riesgos en la evaluación de riesgos laborales.

#### **Determinación del peso [w] que tiene cada forma o contacto que ocasiono la lesión dentro del indicador.**

El peso que tiene cada forma o contacto que ocasiono la lesión dentro del indicador, se determino a partir del número total de accidentes de trabajo con baja por forma o contacto que ocasiono la lesión en jornada para la construcción, calculados a partir de los datos anuales facilitados por la Subdirección General de Estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social (SGE-MEySS)

Los datos anuales facilitados por la SGE-MEySS corresponden al periodo comprendido del 2004 al 2011 y contienen el número de accidentes de trabajo con baja según gravedad por forma o contacto que ocasiono la lesión en jornada para la construcción.

En el Anexo B se muestran los datos facilitados por año y en cada año se desglosa los accidentes de trabajo según la gravedad en leves, graves y mortales, mostrando de igual forma los totales que corresponden a la suma de los tres anteriores para cada forma o contacto. Los datos utilizados de cada año para el cálculo del número total de accidentes de trabajo con los cuales se determino el peso [w] para cada forma o contacto dentro de su respectivo indicador, son los totales ya que para efectos del cálculo antes mencionado, lo datos que nos interesan son los totales de accidentes de trabajo que causaron baja por forma o contacto.

Con el dato de interés antes mencionado, se suman los de todos los años facilitados (2004 – 2011) y se determina el número total de accidentes de trabajo con baja por forma o contacto que ocasiono la lesión en jornada para la construcción, con los cuales se calcula el peso [w] para cada forma o contacto dentro de su respectivo indicador.

En la tabla 3.10 se presenta el número total de accidentes de trabajo con baja en jornada para la construcción de cada forma o contacto que ocasiono la lesión y su peso [w] dentro de su respectivo indicador.

Fecha Desde: 01/2004 Hasta: 12/2011

Accidentes en jornada de trabajo con baja. CNAE del centro: 45 (Construcción)

Indicadores	Forma o contacto que ocasiono la lesión	Nº Accidentes	peso [w] (%)
Por contacto eléctrico	Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	1556	38,33
	Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	2503	61,67
Por contacto con entornos calientes o fríos	Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	6138	82,14
	Contacto con objeto o entorno - frío o helado	1335	17,86
Por contacto con sustancias peligrosas	Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	1251	5,36
	Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	21955	94,10
	Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	126	0,54
Por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto	Ahogamiento en un líquido	212	4,00
	Quedar sepultado bajo un sólido	557	10,53
	Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	4523	85,47
Por aplastamiento	Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	171348	61,17
	Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	108780	38,83
Por choque o golpe	Choque o golpe contra un objeto - proyectado	44135	20,43
	Choque o golpe contra un objeto - que cae	101022	46,76
	Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	25417	11,77
	Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	25072	11,61
	Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	20296	9,39
	Golpe de mar	86	0,04
Por contacto con un agente material	Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	56530	59,07
	Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	25463	26,61
	Contacto con un "Agente material" que araÑe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	13712	14,32
Por atrapamiento	Quedar atrapado, ser aplastado - en	5521	19,01
	Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	7002	24,13
	Quedar atrapado, ser aplastado - entre	15439	53,20
	Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	1061	3,66
Por esfuerzos físicos o mentales	Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	460070	99,62
	Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	1296	0,28
	Trauma psíquico	446	0,10
Por animales o seres humanos	Mordedura	261	3,52
	Picadura de un insecto, un pez	860	11,62
	Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	6281	84,86

Tabla 3.12. Número total de accidentes de trabajo con baja en jornada para la construcción de cada forma o contacto que ocasiono la lesión y su peso [w] dentro de su respectivo indicador.

### **Determinación del tiempo en cada uno de los procesos**

El tiempo de ejecución y desarrollo para cada uno de los procesos (Procesos estratégicos, fundamentales y de soporte) que conforman la construcción del proyecto se debe determinar en horas. A continuación se explica cómo se determina el tiempo en cada actividad.

#### Procesos estratégicos

Para calcular el tiempo en los procesos estratégicos, se debe recurrir a la definición dada en el apartado 3.3.1 para este, e identificar las personas que lo conforman, es decir, jefe de obra, director de obra, etc. Una vez identificadas las personas que lo conforman, se debe determinar el tiempo en horas que cada una de ellas dedicara en la consecución del proyecto de construcción.

Una vez realizado lo anterior, se suma el tiempo en horas que cada una de estas personas dedicara a la consecución del proyecto de construcción, y de esta forma se determina el tiempo en horas dedicado al desarrollo de esta actividad.

#### Procesos fundamentales

Para calcular el tiempo en los procesos fundamentales, se debe recurrir al Análisis de Precios Unitarios que conforman cada una de las actividades y determinar el tiempo en horas que un trabajador tarda en ejecutar dicha unidad y el número de trabajadores necesarios para ejecutarla.

Multiplicando el tiempo en horas que un trabajador tarda en ejecutar la unidad y el número de trabajadores necesarios para ejecutarla, se determina el tiempo en horas que se deben destinar para ejecutar la unidad en cuestión.

El procedimiento anterior se realiza para cada una de las unidades que conforman cada actividad. Sumando el tiempo en horas destinado para ejecutar cada una de las unidades que conforman la misma actividad, se determina el tiempo en horas destinado para ejecutar la actividad en cuestión.

#### Procesos de soporte

Para calcular el tiempo en los procesos de soporte, se debe recurrir a la definición dada en el apartado 3.3.1 para este, e identificar las personas que lo conforman, es decir, personal de asistencia técnica, administración, etc. Una vez identificadas las personas que lo conforman, se debe determinar el tiempo en horas que cada una de ellas dedicara en la consecución del proyecto de construcción.

Una vez realizado lo anterior, se suma el tiempo en horas que cada una de estas personas dedicara a la consecución del proyecto de construcción, y de esta forma se determina el tiempo en horas dedicado al desarrollo de esta actividad.

### 3.5. FUNCIÓN DE VALOR

La función de valor genérica que se utiliza para todos los indicadores es la misma que se presenta en el Anejo A cuando se explica el modelo MIVES. Dicha función tiene los siguientes parámetros:

$$V_{ind} = B \cdot \left[ 1 - e^{-K_i \left( \frac{|x - x_{min}|}{C_i} \right)^{P_i}} \right] \quad [3.1]$$

donde:  $x_{máx}$  la abscisa del indicador que genera un valor igual a 1 (en el caso de funciones de valor crecientes).

$x_{mín}$  es el valor en abscisas, cuya valoración es igual a 0 (en el caso de funciones de valor crecientes).

$x$  es la abscisa del indicador evaluado (la cuantificación del indicador).

$P_i$  es un factor de forma que define si la curva es cóncava, convexa, lineal o en forma de "S". Obteniéndose curvas convexas para valores de  $P_i < 1$ , cóncavas o en forma de "S" si  $P_i > 1$  y tendiendo a lineales para valores  $P_i = 1$ .

$C_i$  variable que sirve para desplazar el punto de inflexión y modificar la pendiente de la función de valor. En algunos casos este valor se puede aproximar a la abscisa del punto de inflexión.

$K_i$  variable que sirve para desplazar el punto de inflexión y modificar la pendiente de la función de valor. En algunos casos este valor se puede aproximar a la ordenada del punto de inflexión.

$B$  es el factor que permite que las ordenadas de la función de valor se mantengan en el rango de 0 a 1. Este factor viene definido por la ecuación [3.2].

$$B = \left[ 1 - e^{-K_i \left( \frac{|x_{máx} - x_{mín}|}{C_i} \right)^{P_i}} \right]^{-1} \quad [3.2]$$

Alternativamente pueden utilizarse funciones decrecientes, esto es, que adopten el valor máximo en  $x_{mín}$ . La única diferencia de la función de valor es que se sustituye la variable  $x_{mín}$  por la variable  $x_{máx}$  tal y como se muestra en la ecuación [4.4]. El valor del parámetro "B" no cambia (ecuación [3.2]):

$$V_{ind} = B \cdot \left[ 1 - e^{-K_i \left( \frac{|x - x_{máx}|}{C_i} \right)^{P_i}} \right] \quad [3.3]$$

La ecuación de la función de valor varía según los valores que se asignen a las constantes (Manga, 2005):  $K_i$ ,  $C_i$ ,  $X_{\text{máx.}}$ ,  $X_{\text{mín.}}$  y  $P_i$ . En la tabla A1.1 se muestran qué valores deben tomarse para cada una de las variables según la forma que se quiere que adopte la función de valor.

Forma	$P_i$	$K_i$
Cóncava	$< 0,75$	$> 0,9$
Convexa	$> 2$	$< 0,1$
Lineal	1	= 0
S suave	$2 < P_i < 4$	$0,1 < K_i < 0,2$
S fuerte	$4 < P_i < 10$	$0,1 < K_i < 0,2$

Tabla 3.13. Parámetros de la función de valor

### 3.6. ASIGNACIÓN DE PESOS

La asignación de pesos para los aspectos del árbol de toma de decisión se realizó con base en los datos anuales de las estadísticas de accidentes laborales del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

#### 3.6.1. Fuentes de información

Los datos de accidentes laborales que allí se ofrecen se obtienen de la información contenida en los documentos que se relacionan más adelante, los cuales fueron establecidos por Orden TAS / 2926 / 2002, de 19 de noviembre, en la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico mediante el Sistema Delt@. País Vasco y Cataluña han establecido sus propios sistemas de transmisión electrónica, si bien Cataluña también trasmite las notificaciones de accidentes al sistema Delt@, aunque a efectos de elaboración de la estadística, para estas dos comunidades se utilizan ficheros externos a Delt@.

Los documentos de notificación para la realización de la estadística son los siguientes:

#### Parte de Accidente de Trabajo con baja (PAT)

Es un documento individual que debe cumplimentarse cuando el accidente ocasiona la ausencia del accidentado del lugar de trabajo durante al menos un día, excluido el del accidente, y previa baja médica. Contiene toda la información relacionada con el accidente: características personales y profesionales del trabajador accidentado, datos del centro de trabajo y de la empresa a la que pertenece el trabajador accidentado así como los datos relativos al centro de trabajo en el que ha ocurrido el accidente cuando dicho centro es distinto de aquel al que está afiliado el

trabajador (empresas usuarias de ETT, contratas, etc.), así mismo, recoge las circunstancias en que ocurrió el accidente y sus consecuencias.

El parte es cumplimentado por el empresario, cuando el accidentado es un trabajador por cuenta ajena, o por el propio trabajador, cuando éste es autónomo; en ambos casos, el documento se remite, a través de Delt@, a la Entidad Gestora o Colaboradora con la que aquellos tengan cubierta la protección de esta contingencia; cuando dicha Entidad acepta el citado documento, Delt@ lo pone a disposición de la autoridad laboral competente de la provincia en la que radica el centro de trabajo donde está dado de alta el trabajador accidentado, una vez recepcionado por la Autoridad Laboral, queda a disposición de la Subdirección General de Estadística, unidad responsable de la elaboración de la estadística, del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

### **3.6.2. Notas explicativas**

Existen dos tipos de publicaciones de la Estadística de Accidentes de Trabajo:

- Anuales: Contiene los datos definitivos del año. Consiste en una publicación monográfica de la Estadística de Accidentes de Trabajo, cuyos principales resultados se publican también en el Anuario de Estadísticas Laborales.
- Mensuales: Contienen datos de avance (provisionales), con acumulados desde el mes de enero del mismo año.

Los datos definitivos anuales difieren ligeramente de los difundidos en los avances Enero- Diciembre, cuya información es de carácter provisional. Las diferencias son debidas, fundamentalmente, a la diferente fecha de extracción, segunda quincena de abril del año siguiente al de referencia de los datos, en el caso de los datos definitivos, y último día de enero del año siguiente al de referencia, para los datos de avance.

### **Estructura de las tablas**

Las tablas de las Publicaciones que contienen datos definitivos se ofrecen agrupadas en tres grandes apartados:

- Accidentes de trabajo con baja.
- Índices de accidentes en jornada de trabajo con baja.
- Jornadas no trabajadas por accidente.
- Recaídas de accidentes de trabajo con baja.

Las tablas correspondientes a cada apartado se diferencian mediante una letra que precede al número de la tabla; dichas letras son A, I, J y R.

Las Publicaciones de avance incluyen básicamente dos grupos de cuadros estadísticos: un primer grupo con cuadros de accidentes por comunidad autónoma y

provincia, y por sector y división de actividad, y un segundo grupo con información sobre índices de incidencia, causas, circunstancias, efectos del accidente y forma o contacto que ocasionó la lesión.

### **3.6.3. Información utilizada para asignar los pesos de los aspectos del árbol de toma de decisión**

La información de la estadística de accidentes de trabajo utilizada para asignar los pesos a los aspectos del árbol de toma de decisión, corresponde a las publicaciones anuales de las tablas de accidentes de trabajo con baja.

De las tablas de accidentes de trabajo con baja, se utilizaron dos de sus tipos para asignar los pesos a los aspectos del árbol de toma de decisión. Dichas tablas se presentan a continuación:

#### **Tablas A.1.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y división de actividad**

Las tablas A.1.2 se muestran en el Anexo B y se utilizaron para determinar los pesos de los requerimientos, de acuerdo con los accidentes totales en jornada e in itinere para el sector de la construcción.

Los accidentes totales por año en jornada e in itinere corresponden a la suma de los accidentes leves, graves y mortales en cada uno de ellos.

Los accidentes totales en jornada e in itinere utilizados para calcular sus respectivos pesos, corresponden a la suma de los accidentes totales para los años utilizados en cada uno de ellos.

Los pesos en jornada e in itinere corresponden al porcentaje del total de accidentes.

#### **Tablas A.4.6. Accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión**

Es importante aclarar que la tabla A.4.6 presenta los accidentes mencionados para todos los sectores económicos, sin discriminar que accidentes corresponden a cada sector.

De acuerdo con lo anterior, se solicitó a la subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, la información contenida en la tabla A.4.6, pero solo para el sector de la construcción.

Con dicha información, que se muestra en el Anexo B, se determinaron los pesos para los criterios e indicadores del requerimiento en jornada, de acuerdo con los accidentes totales por forma o contacto que ocasiono la lesión.

Los accidentes totales por forma o contacto que ocasiono la lesión en cada año, corresponden a la suma de los accidentes leves, graves y mortales en cada forma o contacto.

Los accidentes totales por forma o contacto que ocasiono la lesión utilizados para calcular sus respectivos pesos, corresponden a la suma de los accidentes totales para los años utilizados en cada uno de ellos. Estos datos se muestran en la tabla 3.12.

Para determinar los pesos de los indicadores del requerimiento en jornada, se tuvo en cuenta las formas o contactos que conformaban cada uno de ellos, tal como se explica en el apartado 3.3.3.

De acuerdo con lo anterior, los accidentes totales con baja para cada indicador, corresponden a la suma de los accidentes totales con baja de las formas o contactos que lo conforman.

Teniendo en cuenta lo anterior y con base en el apartado 3.3.3, se determina el peso de cada indicador dentro del criterio al cual corresponda, definido como porcentaje del total de accidentes.

Para determinar los pesos de los criterios del requerimiento en jornada, se tuvo en cuenta los indicadores que conformaban cada uno de ellos, tal como se explica en el apartado 3.3.3.

De acuerdo con lo anterior, los accidentes totales con baja para cada criterio, corresponden a la suma de los accidentes totales con baja de los indicadores que lo conforman.

Teniendo en cuenta lo anterior y con base en el apartado 3.3.3, se determina el peso de cada criterio dentro del requerimiento en jornada, definido como porcentaje del total de accidentes.

Los datos anuales utilizados para calcular los pesos corresponden a los años comprendidos entre el 2004 y el 2011 teniendo en cuenta que la clasificación de forma o contacto que se utiliza actualmente se comenzó a usar a partir del año 2003 con la entrada en vigor del nuevo modelo de parte de accidente de trabajo (según lo establecido en la Orden Ministerial TAS/2926/2002, de 19 de noviembre), pero los partes de accidente con fecha de baja en 2003 eran posible rellenarlos tanto en formato papel como a través del nuevo registro de accidentes Delt@, sin embargo a partir de 2004 se hizo obligatoria la remisión de los partes de accidente a través de Delt@ (excepto en Cataluña y País Vasco, que han optado por el uso de medios propios, no obstante desde estas comunidades autónomas nos envían para fines estadísticos la información de sus accidentes) (Información suministrada por la subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social).

En la Figura 3.8 se presenta el árbol de toma de decisión definitivo con los pesos de los requerimientos, criterios e indicadores.

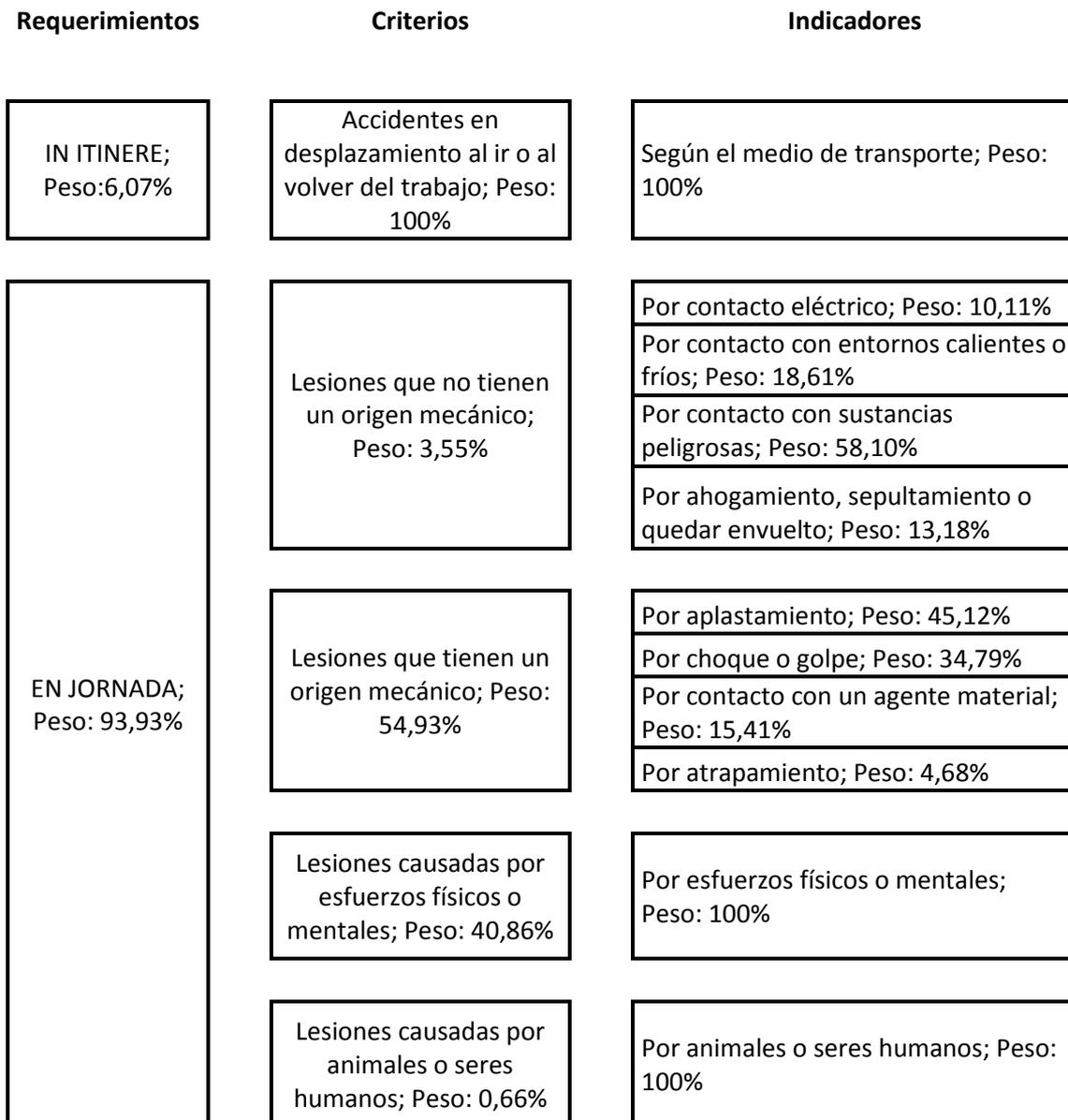


Figura 3.8. Árbol de toma de decisión definitivo con los pesos de los requerimientos, criterios e indicadores.

---

# CAPITULO 4.

## EVALUACIÓN DE

## LOS INDICADORES

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la evaluación de los indicadores, desarrollando cada uno de ellos a partir de su objetivo, estrategia, forma de medir y función de valor en el modelo. A su vez, se cuantifican los indicadores evaluándolos en la obra presentada en el apartado 3.2.1 para determinar en valor del grado de seguridad en dicha obra.

### 4.2. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES

A continuación se evalúan los indicadores en la obra mencionada y explicada en el apartado 3.2.1.

#### 4.2.1. *Según el medio de transporte*

##### **Objetivo**

Determinar la probabilidad de que ocurran accidentes in itíneres durante la construcción de la obra según el medio de transporte utilizado y el número de personas que utilicen cada medio de transporte.

##### **Estrategia**

Para determinar la probabilidad de que ocurran accidentes in itíneres durante la construcción de la obra, se debe determinar el número de personas que utilizan cada medio de transporte. Los medios de transporte considerados en este estudio son los mostrados en la Tabla 3.7, y se determinan teniendo en cuenta la definición de

accidente in itinere dada por la Ley General de la Seguridad Social (Apartado 3.3.2), dos informes presentados por Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) sobre accidente laborales de tráfico en los años 2010 y 2011, y una guía presentada por el Instituto Regional de Seguridad y Salud de la Consejería de Empleo Mujer e Inmigración de la Comunidad de Madrid, que se explican en el apartado 3.4.1.

Con los medios de transporte definidos, se procede a determinar el número de personas que utilizan cada medio de transporte en el trayecto de ida y regreso del trabajo.

### Forma de medir

En la Tabla 4.1 se presentan los accidentes según el medio de transporte así como los pesos para cada uno de ellos definidos como porcentaje del total y que representan el número de accidentes in itineres con baja, determinados en el apartado 3.4.1 a partir de dos informes presentados por el INSHT sobre accidente laborales de tráfico en los años 2010 y 2011. Asimismo se presentan las personas asociadas a cada medio de transporte, definidas como porcentaje del total.

En el apartado 3.4.1 se explica cómo determinar el número de personas que utilizan cada medio de transporte (Tabla 3.7) a través de un cuestionario facilitado por el Instituto Regional de Seguridad y Salud de la Consejería de Empleo Mujer e Inmigración de la Comunidad de Madrid, que debe cumplimentarse por todos los miembros de la obra, los nuevos trabajadores y actualizarse de forma periódica.

Indicador	Accidentes según el medio de transporte [M]	peso [w] (%)	Personas [P] (%)
Según el medio de transporte	Accidentes andando	38,34	18,60
	Accidentes en bicicleta	3,27	6,98
	Accidentes en vehículo de 2 ruedas	8,55	8,53
	Accidentes en coche	47,60	51,16
	Accidentes en transporte publico	2,24	14,73

Tabla 4.1. Peso [w] (%) para cada tipo de accidente según el medio de transporte y Personas [P] asociadas a cada medio de transporte.

Determinado el peso [w] en porcentaje para cada tipo de accidente in itinere según el medio de transporte y el porcentaje de persona [P] que utilizan cada medio de transporte en la obra, se calcula la probabilidad de que ocurran accidentes in itineres durante la construcción de la obra según el medio de transporte [M].

La probabilidad [p] en porcentaje de que ocurran accidentes in itineres durante la construcción de la obra según el medio de transporte [M] será igual a la sumatoria de multiplicar el peso [w] en porcentaje y el porcentaje de personas [P] para cada medio de transporte, dividida entre 100, es decir:

$$p(\%) = \frac{\sum_{M=1}^5 w_M(\%)*P_M(\%)}{100} \quad [4.1]$$

De acuerdo con lo anterior, La probabilidad [p] en porcentaje de que ocurran accidentes in itineres durante la construcción de la obra según el medio de transporte [M] será igual a **32,77%**.

### Función de Valor

Una vez determinada la probabilidad [p] (%) de que ocurran accidentes in itineres durante la construcción de la obra según el medio de transporte [M], se procede a determinar el valor que genera la alternativa (obra) a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el grado de satisfacción (GS) del evaluador respecto a la respuesta que genera la obra a la probabilidad de que ocurran accidentes in itineres, es “lineal decreciente”.

La función de valor para este indicador tiene una forma lineal decreciente porque cuanto mayor sea el porcentaje de probabilidad de que ocurran accidentes in itineres, menor será el grado de satisfacción. Se considera que la disminución del grado de satisfacción debe ser siempre proporcional al aumento en porcentaje de la probabilidad de que ocurran accidentes in itineres.

La elección de las abscisas de mínima y máxima satisfacción ( $X_{\min}$  y  $X_{\max}$ ) corresponden al accidente según el medio de transporte con menor peso [w] en porcentaje y al de mayor peso [w] en porcentaje respectivamente, es decir:

$$X_{\min} = \text{Accidentes en transporte público} = 2,24 \%$$

$$X_{\max} = \text{Accidentes en coche} = 47,60 \%$$

En la Figura 4.1 se muestra la función de valor para el indicador según el medio de transporte.

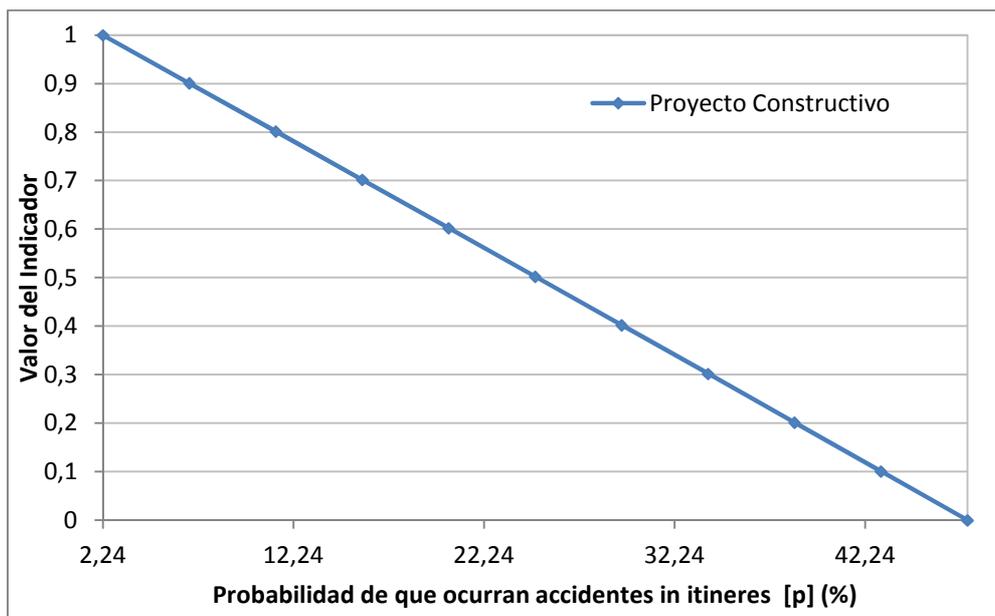


Figura 4.1. Grafica de la función de valor del indicador según el medio de transporte.

$$V(p) = 55,4398 \cdot \left( 1 - e^{\left( -0,01 \cdot \left( \frac{147,6-p}{24,92} \right) \right)} \right)$$

#### 4.2.2. Por contacto eléctrico (CE)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por contacto eléctrico (CE) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

El contacto eléctrico se desglosa en los dos tipos de contactos que lo conforman: Contactos indirectos (CE<sub>I</sub>) con un arco eléctrico, rayo (pasivo) y Contactos directos (CE<sub>D</sub>) al recibir una descarga eléctrica en el cuerpo (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por contacto eléctrico para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

##### Forma de medir

En la tabla 4.2 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por contacto eléctrico (Contacto directo e indirecto), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente al contacto eléctrico (CE) es la suma de los correspondientes al contacto eléctrico directo (CE<sub>D</sub>) y al contacto Eléctrico Indirecto (CE<sub>I</sub>) de acuerdo con la ecuación (4.2).

$$CE = w_D * \frac{\sum_{A=1}^7 T_D(\%) * GR_D}{100} + w_I * \frac{\sum_{A=1}^7 T_I(\%) * GR_I}{100} \quad [4.2]$$

Donde:  $w_D$  y  $w_I$  son los pesos relativos asignados a los contactos eléctricos directos e indirectos, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_D$  y  $GR_I$  son los grados de riesgo del contacto eléctrico directo e indirecto, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Contacto directo			Contacto indirecto		
			PB	SV	$GR_D$	PB	SV	$GR_I$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	1	3	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	3	4	1	3	3
	Estructura.	25,70	1	3	3	2	2	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	2	3	4	2	3	4
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	2	2

Tabla 4.2. Evaluación de riesgos del contacto eléctrico directo e indirecto en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.2 se puede obtener que el contacto eléctrico directo ( $CE_D$ ) alcanza el valor de **3,30** mientras que el contacto eléctrico Indirecto ( $CE_I$ ) es de **2,96**, lo que substituyendo en la ecuación 4.2, e incorporando los pesos relativos: 61,67 % para el contacto directo y de 38,33 % para el contacto indirecto, se obtiene un valor por contacto eléctrico ( $CE$ ) de **3,17**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por contacto eléctrico, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por contacto eléctrico”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy

cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.2.

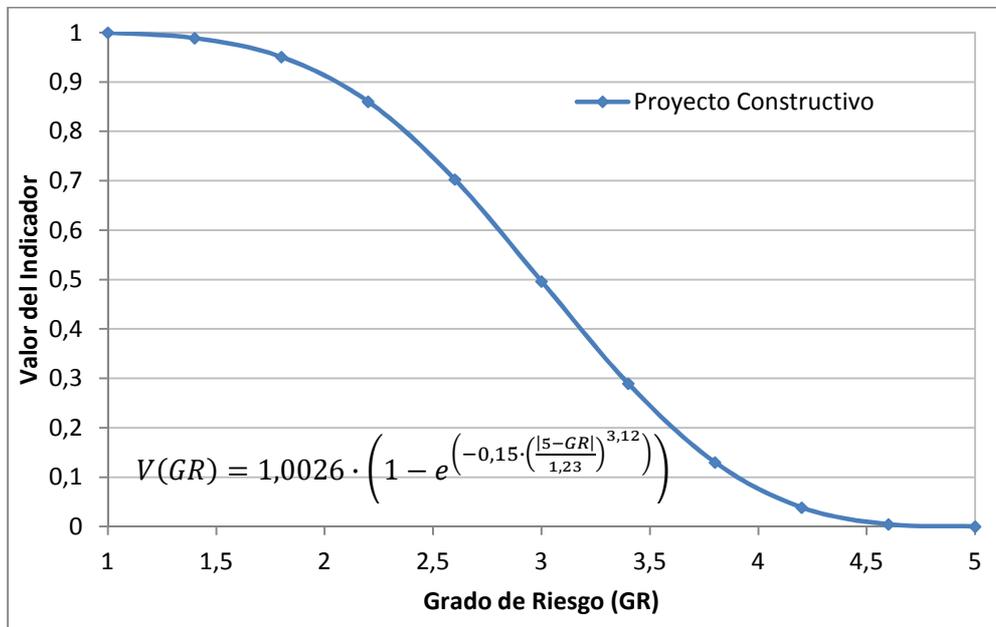


Figura 4.2. Gráfica de la función de valor del indicador por contacto eléctrico.

### 4.2.3. Por contacto con entornos calientes o fríos (Ce)

#### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por contacto con entornos calientes o fríos (Ce) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

#### Estrategia

El contacto con entornos calientes o fríos se desglosa en los dos tipos de contactos que lo conforman: Contactos con llamas directas u objetos o entornos-con elevada temperatura o en llamas ( $Ce_{CA}$ ) y Contacto con objeto o entorno-frío o helado ( $Ce_{FR}$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por contacto con entornos calientes o fríos para la obra

a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

### Forma de medir

En la tabla 4.3 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por contacto con entornos calientes o fríos (Contacto con entorno clientes y fríos), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente al contacto con entornos calientes o fríos ( $C_e$ ) es la suma de los correspondientes al contacto con entornos calientes ( $C_{eCA}$ ) y al contacto con entornos fríos ( $C_{eFR}$ ) de acuerdo con la ecuación (4.3).

$$C_e = w_{CA} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{CA}(\%)*GR_{CA}}{100} + w_{FR} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{FR}(\%)*GR_{FR}}{100} \quad [4.3]$$

Donde:  $w_{CA}$  y  $w_{FR}$  son los pesos relativos asignados a los contactos con entornos calientes y fríos, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_{CA}$  y  $GR_{FR}$  son los grados de riesgo del contacto con entornos calientes y fríos, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Ce Calientes			Ce Fríos		
			PB	SV	GR <sub>CA</sub>	PB	SV	GR <sub>FR</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	2	2	3	2	2	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	2	3	2	2	3
	Estructura.	25,70	2	2	3	1	2	2
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	2	2	3	1	3	3

ACTIVIDADES [A]	Tiempo [T] (%)	Ce Calientes			Ce Fríos		
		PB	SV	GR <sub>CA</sub>	PB	SV	GR <sub>FR</sub>
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.	4,20	1	2	2	1	2	2

Tabla 4.3. Evaluación de riesgos del contacto con entornos calientes y fríos en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.3 se puede obtener que el contacto con entornos calientes ( $Ce_{CA}$ ) alcanza el valor de **2,92** mientras que el contacto con entornos fríos ( $Ce_{FR}$ ) es de **2,66**, lo que substituyendo en la ecuación 4.3, e incorporando los pesos relativos: 82,14 % para el contacto con entornos calientes y de 17,86 % para el contacto con entornos fríos, se obtiene un valor por contacto con entornos calientes o fríos ( $Ce$ ) de **2,87**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por contacto con entornos calientes o fríos, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por contacto con entornos calientes o fríos”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.3.

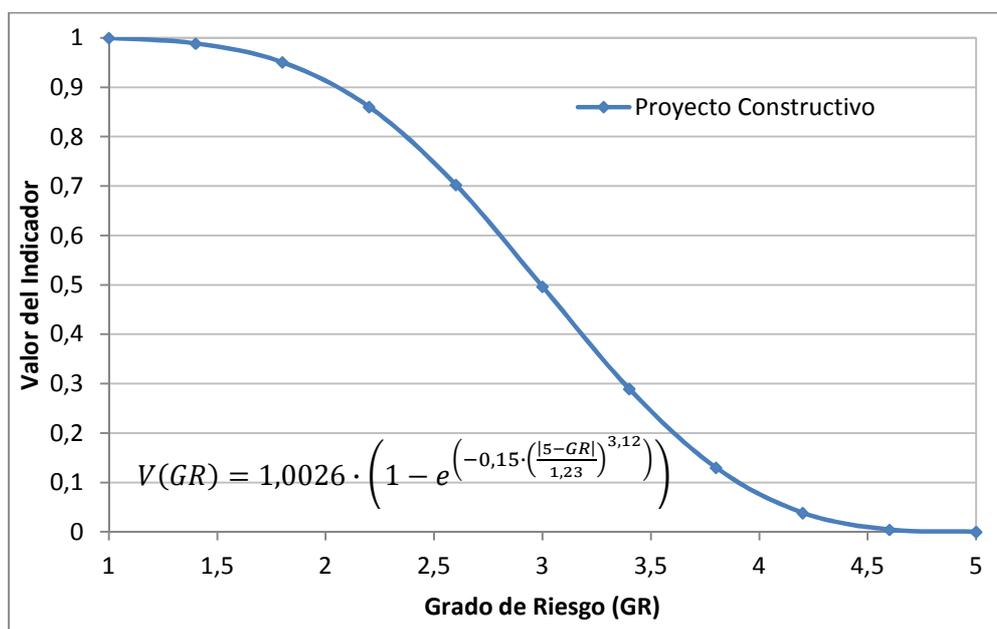


Figura 4.3. Gráfica de la función de valor del indicador por contacto con entornos calientes o fríos.

#### 4.2.4. Por contacto con sustancias peligrosas (CSP)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por contacto con sustancias peligrosas (CSP) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

El contacto con sustancias peligrosas se desglosa en los tres tipos de contactos que lo conforman: Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación ( $CSP_{NB}$ ), Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos ( $CSP_{PO}$ ) y Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo ( $CSP_{SD}$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por contacto con sustancias peligrosas para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

### Forma de medir

En la tabla 4.4 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por contacto con sustancias peligrosas (A través de la nariz, la boca; sobre o a través de la piel y de los ojos y a través del sistema digestivo), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente al contacto con sustancias peligrosas (CSP) es la suma de los correspondientes al contacto a través de la nariz, la boca (CSP<sub>NB</sub>), al contacto sobre o a través de la piel y de los ojos (CSP<sub>PO</sub>) y al contacto a través del sistema digestivo (CSP<sub>SD</sub>) de acuerdo con la ecuación (4.4).

$$CSP = W_{NB} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{NB}(\%)*GR_{NB}}{100} + W_{PO} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{PO}(\%)*GR_{PO}}{100} + W_{SD} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{SD}(\%)*GR_{SD}}{100} \quad [4.4]$$

Donde:  $w_{NB}$ ,  $w_{PO}$  y  $w_{SD}$  son los pesos relativos asignados a los contactos con sustancias peligrosas a través de la nariz, la boca; sobre o a través de la piel y de los ojos y a través del sistema digestivo, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_{NB}$ ,  $GR_{PO}$  y  $GR_{SD}$  son los grados de riesgo de los contactos con sustancias peligrosas a través de la nariz, la boca; sobre o a través de la piel y de los ojos y a través del sistema digestivo, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	CSP nariz, boca			CSP piel, ojos		
			PB	SV	GR <sub>NB</sub>	PB	SV	GR <sub>PO</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	1	3	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	2	3	2	3	4
	Estructura.	25,70	2	2	3	2	3	4
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3

ACTIVIDADES [A]	Tiempo [T] (%)	CSP nariz, boca			CSP piel, ojos		
		PB	SV	GR <sub>NB</sub>	PB	SV	GR <sub>PO</sub>
Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	2	2	3	2	3	4
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.	4,20	1	2	2	1	2	2

ACTIVIDADES [A]	Tiempo [T] (%)	CSP sistema digestivo			
		PB	SV	GR <sub>SD</sub>	
Planificación, dirección y coordinación	4,00	1	2	2	
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	2	3
	Estructura.	25,70	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	2	2	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.	4,20	1	2	2	

Tabla 4.4. Evaluación de riesgos del contacto con sustancias peligrosas en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.4 se puede obtener que el contacto con sustancias peligrosas a través de la nariz, la boca (CSP<sub>NB</sub>) alcanza el valor de **2,92** mientras que el contacto con sustancias peligrosas sobre o a través de la piel y de los ojos (CSP<sub>PO</sub>) es de **3,55** y el contacto con sustancias peligrosas a través del sistema digestivo (CSP<sub>SD</sub>) es de **2,92**, lo que substituyendo en la ecuación 4.4, e incorporando los pesos relativos: 5,36 % para el contacto con sustancias peligrosas a través de la nariz, la boca, de 94,10 % para el contacto con sustancias peligrosas sobre o a través de la piel y de los ojos y de 0,54% para el contacto con sustancias peligrosas a través del sistema digestivo, se obtiene un valor por contacto con sustancias peligrosas (CSP) de **3,51**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por contacto con sustancias peligrosas, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la

respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por contacto con sustancias peligrosas”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.4.

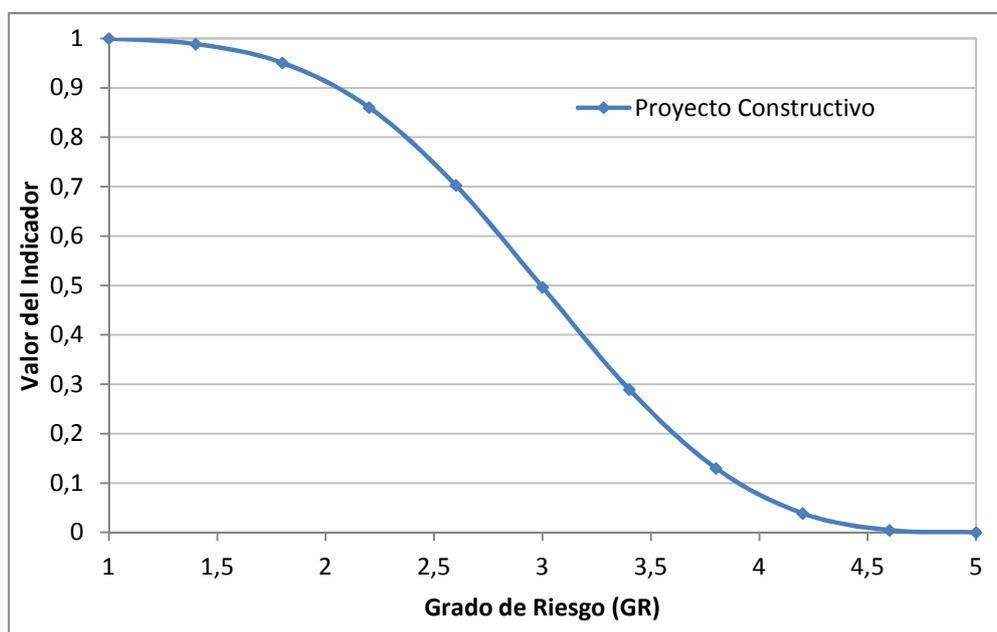


Figura 4.4. Gráfica de la función de valor del indicador por contacto con sustancias peligrosas.

#### 4.2.5. Por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto (ASE)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto (ASE) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

La forma por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto se desglosa en los tres tipos de formas que lo conforman: Ahogamiento en un líquido ( $A_L$ ), Quedar sepultado bajo un sólido ( $S_S$ ) y Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión ( $E_{GP}$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

### Forma de medir

En la tabla 4.5 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto (Ahogamiento en un líquido; quedar sepultado bajo un sólido y envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente al ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto (ASE) es la suma de los correspondientes al ahogamiento en un líquido ( $A_L$ ), quedar sepultado bajo un sólido ( $S_S$ ) y envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión ( $E_{GP}$ ) de acuerdo con la ecuación (4.5).

$$ASE = w_L * \frac{\sum_{A=1}^7 T_L(\%)*GR_L}{100} + w_S * \frac{\sum_{A=1}^7 T_S(\%)*GR_S}{100} + w_{GP} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{GP}(\%)*GR_{GP}}{100} \quad [4.5]$$

Donde:  $w_L$ ,  $w_S$  y  $w_{GP}$  son los pesos relativos asignados al ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto; en un líquido, bajo un sólido y rodeado de gases o de partículas en suspensión, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_L$ ,  $GR_S$  y  $GR_{GP}$  son los grados de riesgo del ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto; en un líquido, bajo un sólido y rodeado de gases o de partículas en suspensión, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Ahogamiento			Sepultamiento		
			PB	SV	GR <sub>L</sub>	PB	SV	GR <sub>S</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	2	3	4
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	3	4	2	3	4
	Estructura.	25,70	1	2	2	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	2	2	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	3	3

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Envuelto/rodeado Gases/Partículas		
			PB	SV	GR <sub>GP</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	2	3	4
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	3	4
	Estructura.	25,70	2	2	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	3	3

Tabla 4.5. Evaluación de riesgos por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.5 se puede obtener que la forma por ahogamiento en un líquido ( $A_L$ ) alcanza el valor de **2,96** mientras que la forma quedar sepultado bajo un sólido ( $S_S$ ) es de **3,54** y la forma envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión ( $E_{GP}$ ) es de **3,54**, lo que substituyendo en la ecuación 4.5, e incorporando los pesos relativos: 4,00 % para la forma por ahogamiento en un líquido, de 10,53 % para la forma quedar sepultado bajo un sólido y de 85,47% para la forma envuelto por, rodeado de gases o de partículas en

suspensión, se obtiene un valor por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto (ASE) de **3,52**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.5.

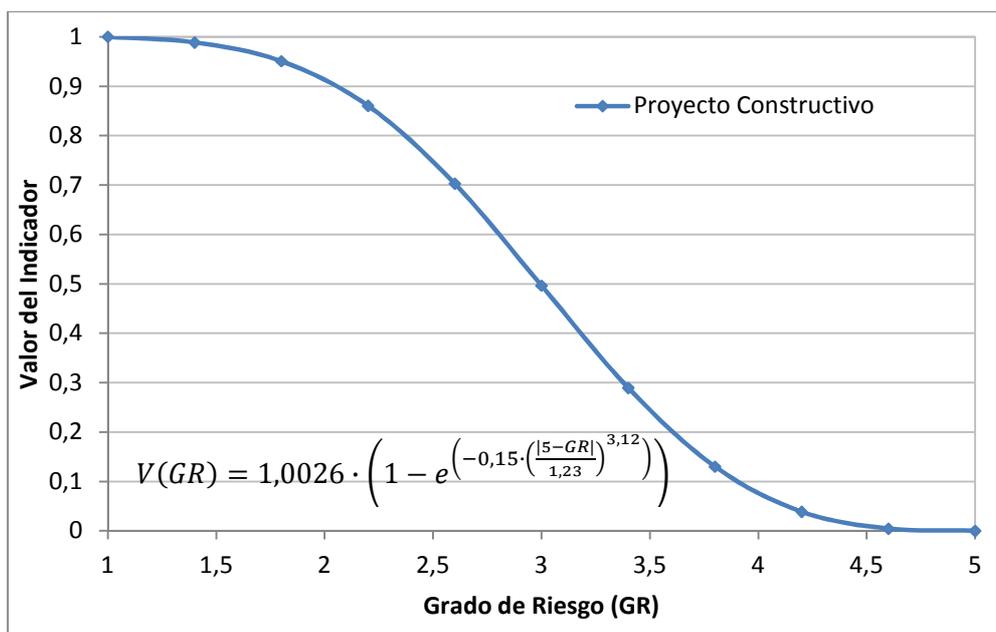


Figura 4.5. Gráfica de la función de valor del indicador por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto.

#### 4.2.6. Por aplastamiento (Ap)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por aplastamiento (Ap) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

## Estrategia

La forma por aplastamiento se desglosa en los dos tipos de formas que lo conforman: Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída ( $Ap_V$ ) y Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil ( $Ap_H$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por aplastamiento para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

## Forma de medir

En la tabla 4.6 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por aplastamiento (Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída y Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente a la forma por aplastamiento ( $Ap$ ) es la suma de los correspondientes a la forma por aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída ( $Ap_V$ ) y por aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil ( $Ap_H$ ) de acuerdo con la ecuación (4.6).

$$Ap = w_V * \frac{\sum_{A=1}^7 T_V(\%) * GR_V}{100} + w_H * \frac{\sum_{A=1}^7 T_H(\%) * GR_H}{100} \quad [4.6]$$

Donde:  $w_V$  y  $w_H$  son los pesos relativos asignados a las formas por aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída y por aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_V$  y  $GR_H$  son los grados de riesgo de las formas por aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída y por aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Ap Movimiento Vertical			Ap Movimiento Horizontal		
			PB	SV	$GR_V$	PB	SV	$GR_H$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	3	3	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	2	3	4
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	3	4	1	3	3
	Estructura.	25,70	2	3	4	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	2	3	4	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	3	3	1	2	2

Tabla 4.6. Evaluación de riesgos por aplastamiento en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.6 se puede obtener que la forma por aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída ( $Ap_V$ ) alcanza el valor de **3,63** mientras que la forma por aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil ( $Ap_H$ ) es de **3,16**, lo que substituyendo en la ecuación 4.6, e incorporando los pesos relativos: 61,17 % para la forma por aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída y de 38,83 % para la forma por aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil, se obtiene un valor por aplastamiento ( $Ap$ ) de **3,45**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por aplastamiento, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por aplastamiento”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra

aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.6.

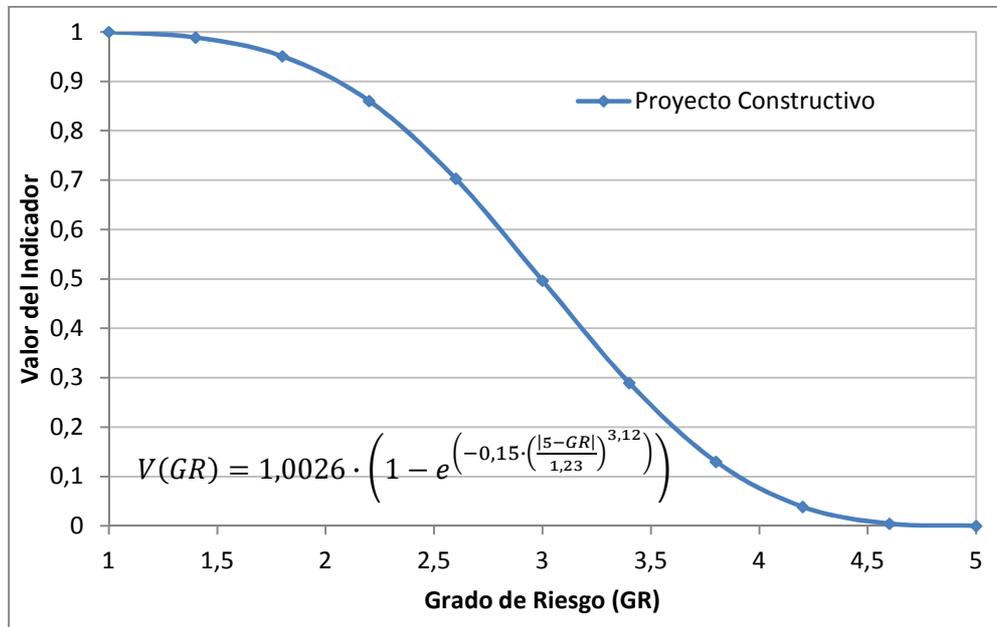


Figura 4.6. Gráfica de la función de valor del indicador por aplastamiento.

#### 4.2.7. Por choque o golpe (CHG)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por choque o golpe (CHG) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

La forma por choque o golpe se desglosa en los seis tipos de formas que lo conforman: Choque o golpe contra un objeto – proyectado ( $CHG_P$ ), Choque o golpe contra un objeto - que cae ( $CHG_C$ ), Choque o golpe contra un objeto - en balanceo ( $CHG_B$ ), Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento ( $CHG_M$ ), Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento) ( $CHG_{VM}$ ) y Golpe de mar ( $CHG_m$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por choque o golpe para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

### Forma de medir

En la tabla 4.7 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por choque o golpe (Choque o golpe contra un objeto – proyectado, choque o golpe contra un objeto - que cae, choque o golpe contra un objeto - en balanceo, choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento, colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento) y golpe de mar), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente al choque o golpe (CHG) es la suma de los correspondientes al choque o golpe contra un objeto – proyectado ( $CHG_P$ ), choque o golpe contra un objeto - que cae ( $CHG_C$ ), choque o golpe contra un objeto - en balanceo ( $CHG_B$ ), choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento ( $CHG_M$ ), colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento) ( $CHG_{VM}$ ) y golpe de mar ( $CHG_m$ ) de acuerdo con la ecuación (4.7).

$$\begin{aligned}
 CHG = & W_P * \frac{\sum_{A=1}^7 T_P(\%)*GR_P}{100} + W_C * \frac{\sum_{A=1}^7 T_C(\%)*GR_C}{100} + W_B * \\
 & \frac{\sum_{A=1}^7 T_B(\%)*GR_B}{100} + W_M * \frac{\sum_{A=1}^7 T_M(\%)*GR_M}{100} + W_{VM} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{VM}(\%)*GR_{VM}}{100} + \\
 & W_m * \frac{\sum_{A=1}^7 T_m(\%)*GR_m}{100} \quad [4.7]
 \end{aligned}$$

Donde:  $w_P$ ,  $w_C$ ,  $w_B$ ,  $w_M$ ,  $w_{VM}$  y  $w_m$  son los pesos relativos asignados al choque o golpe contra un objeto – proyectado, choque o golpe contra un objeto - que cae, choque o golpe contra un objeto - en balanceo, choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento, colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento) y golpe de mar, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

GR<sub>P</sub>, GR<sub>C</sub>, GR<sub>B</sub>, GR<sub>M</sub>, GR<sub>VM</sub> y GR<sub>m</sub> son los grados de riesgo del choque o golpe contra un objeto – proyectado, choque o golpe contra un objeto - que cae, choque o golpe contra un objeto - en balanceo, choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento, colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento) y golpe de mar, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	CHG Objeto Proyectado			CHG Objeto que Caer		
			PB	SV	GR <sub>P</sub>	PB	SV	GR <sub>C</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	2	3	4
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	1	3	3	1	3	3
	Estructura.	25,70	2	3	4	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3	2	3	4
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	2	2

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	CHG Objeto en Balanceo			CHG Objeto en Movimiento		
			PB	SV	GR <sub>B</sub>	PB	SV	GR <sub>M</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	3	3
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	2	3	4
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	1	3	3	1	3	3
	Estructura.	25,70	1	3	3	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	3	3

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	CHG Víctima en Movimiento			CHG de mar		
			PB	SV	GR <sub>VM</sub>	PB	SV	GR <sub>m</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	3	3			
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3			
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	1	3	3			
	Estructura.	25,70	1	3	3			
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3			
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3			
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	3	3			

Tabla 4.7. Evaluación de riesgos por choque o golpe en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.7 se puede obtener que la forma por choque o golpe contra un objeto – proyectado ( $CHG_P$ ) alcanza el valor de **3,18** mientras que la forma por choque o golpe contra un objeto - que cae ( $CHG_C$ ) es de **3,20**, la forma por choque o golpe contra un objeto - en balanceo ( $CHG_B$ ) es de **2,92**, la forma por choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento ( $CHG_M$ ) es de **3,24** y la forma por colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento) ( $CHG_{VM}$ ) es de **3,00**, lo que substituyendo en la ecuación 4.7, e incorporando los pesos relativos: 20,83% para la forma por choque o golpe contra un objeto – proyectado, de 46,76% para la forma por choque o golpe contra un objeto - que cae, de 11,77% para la forma por choque o golpe contra un objeto - en balanceo, de 11,61% para la forma por choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento y de 9,39% para la forma por colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento), se obtiene un valor por choque o golpe (CHG) de **3,15**.

La forma por golpe de mar ( $CHG_m$ ) no se evaluó, ya que no da en la obra evaluada, pero su peso dentro del indicador es de 0,04%.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por choque o golpe, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por choque o golpe”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una

valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.7.

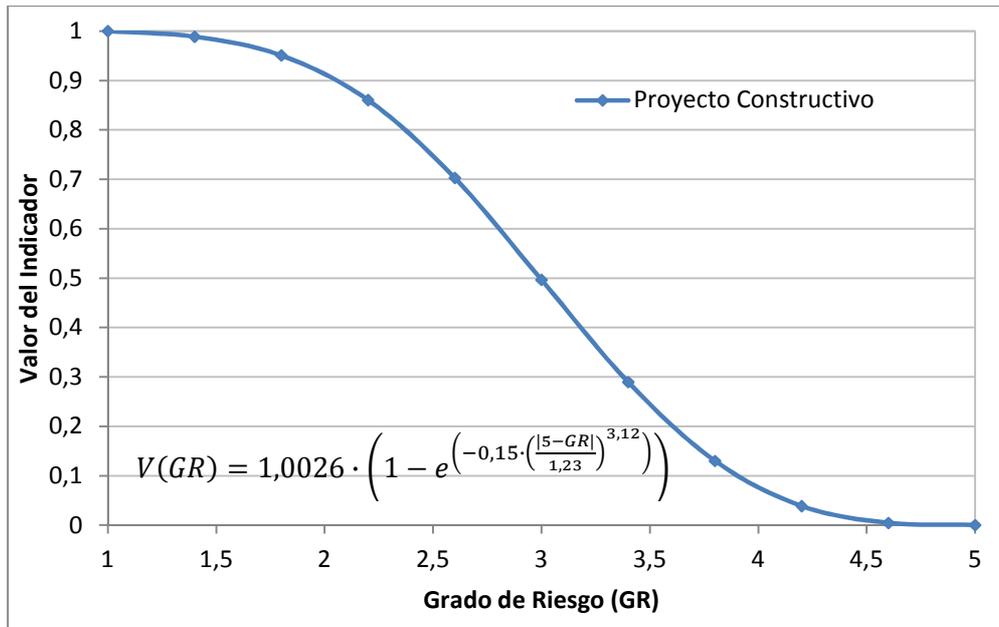


Figura 4.7. Grafica de la función de valor del indicador por choque o golpe.

#### 4.2.8. Por contacto con un agente material (CAM)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por contacto con un agente material (CAM) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

El contacto por contacto con un agente material se desglosa en los tres tipos de contactos que lo conforman: Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja) ( $CAM_{CO}$ ), Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada) ( $CAM_{PZ}$ ) y Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.) ( $CAM_A$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la

ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por contacto con un agente material para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

### Forma de medir

En la tabla 4.8 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por contacto con un agente material (Contacto con un "Agente material" cortante, contacto con un "Agente material" punzante y contacto con un "Agente material" que araÑe), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente al con un agente material (CAM) es la suma de los correspondientes al contacto con un "Agente material" cortante ( $CAM_{CO}$ ), al contacto con un "Agente material" punzante ( $CAM_{PZ}$ ) y al contacto con un "Agente material" que araÑe ( $CAM_A$ ) de acuerdo con la ecuación (4.8).

$$CAM = w_{CO} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{CO}(\%)*GR_{CO}}{100} + w_{PZ} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{PZ}(\%)*GR_{PZ}}{100} + w_A * \frac{\sum_{A=1}^7 T_A(\%)*GR_A}{100} \quad [4.8]$$

Donde:  $w_{CO}$ ,  $w_{PZ}$  y  $w_A$  son los pesos relativos asignados a los contactos con un agente material cortante, punzante y que araÑe, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_{CO}$ ,  $GR_{PZ}$  y  $GR_A$  son los grados de riesgo de los contactos con un agente material cortante, punzante y que araÑe, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]	Tiempo [T] (%)	CAM Cortante			CAM Punzante		
		PB	SV	$GR_{CO}$	PB	SV	$GR_{PZ}$
Planificación, dirección y coordinación	4,00	1	2	2	1	2	2

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	CAM Cortante			CAM Punzante		
			PB	SV	GR <sub>CO</sub>	PB	SV	GR <sub>PZ</sub>
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	2	2	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	1	3	3	2	2	3
	Estructura.	25,70	2	3	4	3	2	4
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	2	2	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3	2	2	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	2	2

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	CAM que araÑe		
			PB	SV	GR <sub>A</sub>
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	2	2	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	2	3
	Estructura.	25,70	2	2	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	2	2	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	2	2	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2

Tabla 4.8. Evaluación de riesgos por contacto con un agente material en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.8 se puede obtener que el contacto con un "Agente material" cortante ( $CAM_{CO}$ ) alcanza el valor de **3,18** mientras que el contacto con un "Agente material" punzante ( $CAM_{PZ}$ ) es de **3,18** y el contacto con un "Agente material" que araÑe ( $CAM_A$ ) es de **2,92**, lo que substituyendo en la ecuación 4.8, e incorporando los pesos relativos: 59,07% para el contacto con un "Agente material" cortante, de 26,61% para el contacto con un "Agente material" punzante y de 14,32% para el contacto con un "Agente material" que araÑe, se obtiene un valor por contacto con un agente material (CAM) de **3,14**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por contacto con un agente material, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por contacto con un agente material”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.8.

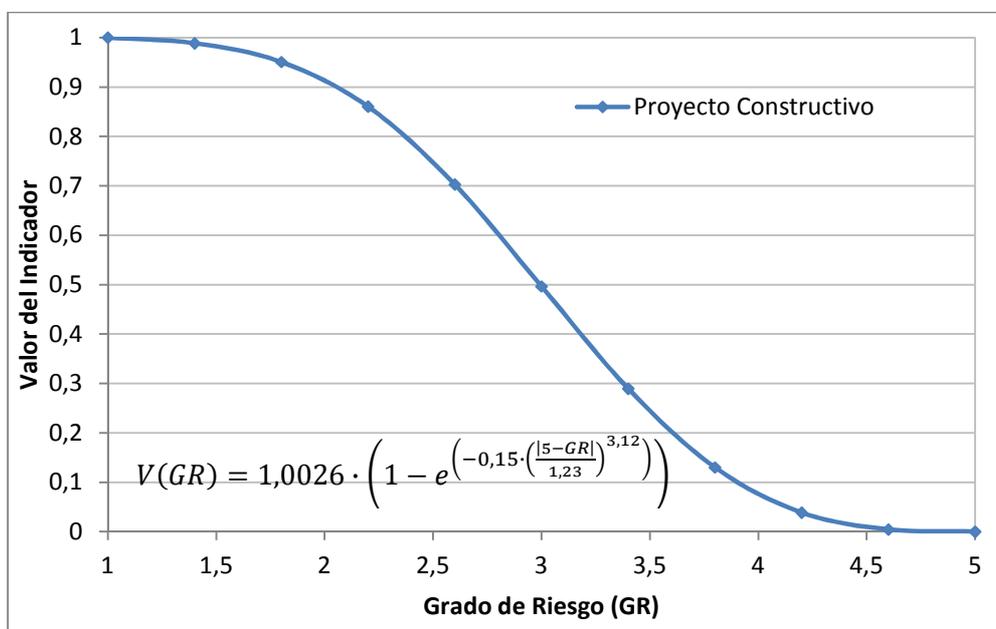


Figura 4.8. Gráfica de la función de valor del indicador por contacto con un agente material.

#### 4.2.9. Por atrapamiento (At)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por atrapamiento (At) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

La forma por atrapamiento se desglosa en los cuatro tipos de formas que lo conforman: Quedar atrapado, ser aplastado – en ( $At_e$ ); Quedar atrapado, ser aplastado

– bajo ( $At_b$ ); Quedar atrapado, ser aplastado – entre ( $At_E$ ) y Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo ( $At_{AM}$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por atrapamiento para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

### Forma de medir

En la tabla 4.9 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por atrapamiento (Quedar atrapado, ser aplastado – en; quedar atrapado, ser aplastado – bajo; quedar atrapado, ser aplastado – entre y amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente al atrapamiento ( $At$ ) es la suma de los correspondientes al quedar atrapado, ser aplastado – en ( $At_e$ ); quedar atrapado, ser aplastado – bajo ( $At_b$ ); quedar atrapado, ser aplastado – entre ( $At_E$ ) y amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo ( $At_{AM}$ ) de acuerdo con la ecuación (4.9).

$$At = w_e * \frac{\sum_{A=1}^7 T_e(\%)*GR_e}{100} + w_b * \frac{\sum_{A=1}^7 T_b(\%)*GR_b}{100} + w_E * \frac{\sum_{A=1}^7 T_E(\%)*GR_E}{100} + w_{AM} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{AM}(\%)*GR_{AM}}{100} \quad [4.9]$$

Donde:  $w_e$ ,  $w_b$ ,  $w_E$  y  $w_{AM}$  son los pesos relativos asignados al quedar atrapado, ser aplastado – en; quedar atrapado, ser aplastado – bajo; quedar atrapado, ser aplastado – entre y amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_e$ ,  $GR_b$ ,  $GR_E$  y  $GR_{AM}$  son los grados de riesgo del quedar atrapado, ser aplastado – en; quedar atrapado, ser aplastado – bajo; quedar atrapado, ser aplastado – entre y amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Atrapamiento en			Atrapamiento bajo		
			PB	SV	$GR_e$	PB	SV	$GR_b$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	2	3	4
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	3	4	1	3	3
	Estructura.	25,70	1	3	3	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	2	2

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Atrapamiento entre			Amputaciones		
			PB	SV	$GR_E$	PB	SV	$GR_{AM}$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	3	3	1	3	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	3	4	1	3	3
	Estructura.	25,70	1	3	3	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	3	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	3	3	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	2	2

Tabla 4.9. Evaluación de riesgos por atrapamiento en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.9 se puede obtener que la forma por quedar atrapado, ser aplastado – en ( $At_e$ ) alcanza el valor de **3,26** mientras que la

forma por quedar atrapado, ser aplastado – bajo ( $At_b$ ) es de **3,16**, la forma por quedar atrapado, ser aplastado – entre ( $At_E$ ) es de **3,26** y la forma por amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo ( $At_{AM}$ ) es de **2,92**, lo que substituyendo en la ecuación 4.9, e incorporando los pesos relativos: 19,01% para la forma por quedar atrapado, ser aplastado – en; de 24,13% para la forma por quedar atrapado, ser aplastado – bajo; de 53,20% para la forma por quedar atrapado, ser aplastado – entre y de 3,66% para la forma por amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo; se obtiene un valor por atrapamiento ( $At$ ) de **3,22**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por atrapamiento, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por atrapamiento”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.9.

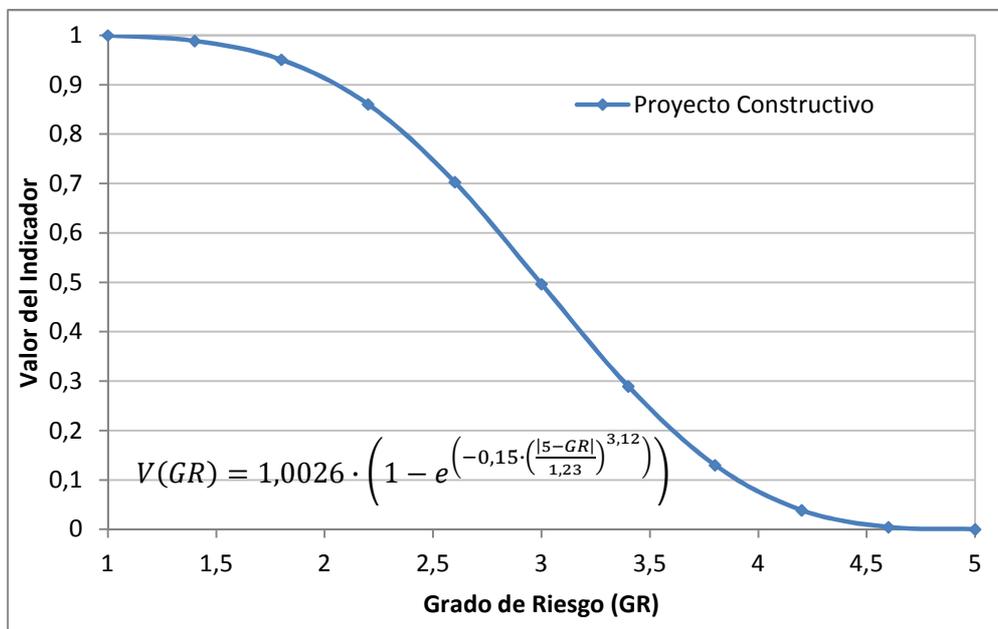


Figura 4.9. Gráfica de la función de valor del indicador por atrapamiento.

#### 4.2.10. Por esfuerzos físicos o mentales (EFM)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por esfuerzos físicos o mentales (EFM) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

La forma por esfuerzos físicos o mentales se desglosa en los tres tipos de formas que lo conforman: Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculo-esquelético ( $SE_F$ ), Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión ( $E_{AF}$ ) y Trauma psíquico ( $T_{PS}$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por esfuerzos físicos o mentales para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

##### Forma de medir

En la tabla 4.10 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por esfuerzos físicos o mentales (Sobresfuerzo físico, exposición a agentes físicos y trauma psíquico), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente a los esfuerzos físicos o mentales (EFM) es la suma de los correspondientes al sobresfuerzo físico ( $SE_F$ ), exposición a agentes físicos ( $E_{AF}$ ) y trauma psíquico ( $T_{PS}$ ) de acuerdo con la ecuación (4.10).

$$EFM = W_F * \frac{\sum_{A=1}^7 T_F(\%) * GR_F}{100} + W_{AF} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{AF}(\%) * GR_{AF}}{100} + W_{PS} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{PS}(\%) * GR_{PS}}{100} \quad [4.10]$$

Donde:  $w_F$ ,  $w_{AF}$  y  $w_{PS}$  son los pesos relativos asignados al sobreesfuerzo físico, exposición a agentes físicos y trauma psíquico, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_F$ ,  $GR_{AF}$  y  $GR_{PS}$  son los grados de riesgo del sobreesfuerzo físico, exposición a agentes físicos y trauma psíquico, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Sobreesfuerzo físico			Exposición a agentes físicos		
			PB	SV	$GR_F$	PB	SV	$GR_{AF}$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	2	2	3	1	3	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	2	3	4	1	3	3
	Estructura.	25,70	2	3	4	1	3	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	2	2	3	1	3	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	2	2	3	1	3	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	2	2	3	1	3	3

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Trauma psíquico		
			PB	SV	$GR_{PS}$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	2	2	3
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	2	2
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	1	2	2
	Estructura.	25,70	1	2	2
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	2	2
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	2	2
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	2	2	3

Tabla 4.10. Evaluación de riesgos por esfuerzos físicos o mentales en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.10 se puede obtener que la forma por sobreesfuerzo físico ( $SE_F$ ) alcanza el valor de **3,56** mientras que la forma por exposición a agentes físicos ( $E_{AF}$ ) es de **2,96** y la forma por trauma psíquico ( $T_{PS}$ ) es de **2,08**, lo que substituyendo en la ecuación 4.10, e incorporando los pesos relativos: 99,62% para la forma por sobreesfuerzo físico, de 0,28% para la forma por exposición a agentes físicos y de 0,10% para la forma por trauma psíquico, se obtiene un valor por esfuerzos físicos o mentales (EFM) de **3,55**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por esfuerzos físicos o mentales, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por esfuerzos físicos o mentales”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{\text{máx}} + x_{\text{mín}}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.10.

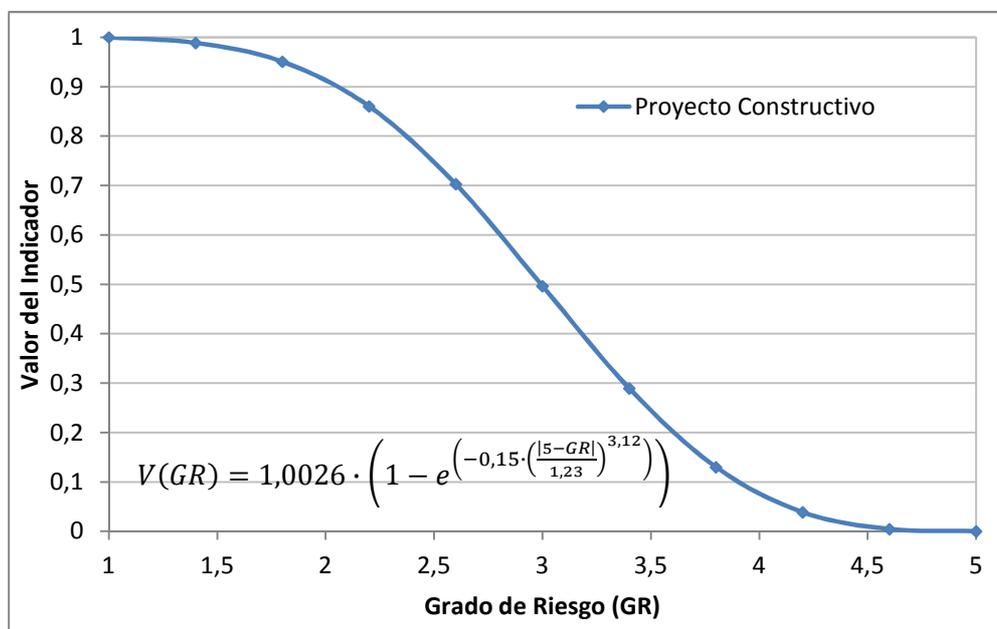


Figura 4.10. Gráfica de la función de valor del indicador por esfuerzos físicos o mentales.

#### 4.2.11. Por animales o seres humanos (AH)

##### Objetivo

Determinar el grado de riesgo (GR) por animales o seres humanos (AH) a partir de la evaluación de riesgos de los distintos tipos de contactos que lo conforman en cada uno de los procesos.

##### Estrategia

La forma por animales o seres humanos se desglosa en los tres tipos de formas que lo conforman: Mordedura ( $AH_{MO}$ ), Picadura de un insecto, un pez ( $AH_{IP}$ ) y Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento ( $AH_{HU}$ ) (Explicados en el apartado 3.3.3).

La evaluación de riesgos para cada contacto en cada uno de los procesos se hace en base en la evaluación de riesgos laborales propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y el tiempo en horas destinado para la ejecución o desarrollo de cada actividad de los procesos, tal como se ha explicado en el apartado 3.4.2.

Con el GR determinado para cada contacto y sus respectivos pesos dentro del indicador, se determina el GR por animales o seres humanos para la obra a valorar. Los pesos para cada contacto, son los determinados en el apartado 3.4.2 a partir de los datos anuales de las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

##### Forma de medir

En la tabla 4.11 se presentan los procesos en los que se ha desglosado el análisis para evaluar los riesgos por animales o seres humanos (Mordedura; picadura de un insecto, un pez y golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento), cuantificándose el tiempo asociado a cada una de las actividades en el conjunto de la obra, por un porcentaje del total. Asimismo se presentan la probabilidad de que ocurra (PB) y la potencial severidad del daño (SV) del contacto evaluado en cada una de estas actividades. La columna gravedad del riesgo (GR) corresponde a la gravedad del contacto que depende de la PB y la SV del mismo según la evaluación de riesgos laborales del INSHT.

La obtención del valor del grado de riesgo total correspondiente a la forma por animales o seres humanos (AH) es la suma de los correspondientes a las formas por mordedura ( $AH_{MO}$ ), picadura de un insecto, un pez ( $AH_{IP}$ ) y golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento ( $AH_{HU}$ ) de acuerdo con la ecuación (4.11).

$$AH = W_{MO} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{MO}(\%)*GR_{MO}}{100} + W_{IP} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{IP}(\%)*GR_{IP}}{100} + W_{HU} * \frac{\sum_{A=1}^7 T_{HU}(\%)*GR_{HU}}{100} \quad [4.11]$$

Donde:  $w_{MO}$ ,  $w_{IP}$  y  $w_{HU}$  son los pesos relativos asignados a las formas por mordedura, picadura de un insecto, un pez y golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento, respectivamente.

A es cada una de las actividades (7 en total), en las que se dividen los procesos constructivos.

$GR_{MO}$ ,  $GR_{IP}$  y  $GR_{HU}$  son los grados de riesgo de las formas por mordedura, picadura de un insecto, un pez y golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento, respectivamente en cada una de las actividades.

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Mordedura			Picadura, Insecto_Pez		
			PB	SV	$GR_{MO}$	PB	SV	$GR_{IP}$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	2	2	3	2	2	3
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	1	2	2	2	2	3
	Estructura.	25,70	1	2	2	2	2	3
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	2	2	2	2	3
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	2	2	2	2	3
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión, administración y vigilantes.		4,20	1	2	2	1	2	2

ACTIVIDADES [A]		Tiempo [T] (%)	Agresiones Humanas		
			PB	SV	$GR_{HU}$
Planificación, dirección y coordinación		4,00	1	2	2
Procesos constructivos	Actuaciones previas, demoliciones, movimiento de tierras y gestión de residuos.	24,30	1	2	2
	Cimentaciones, contenciones y túneles.	33,80	1	2	2
	Estructura.	25,70	1	2	2
	Instalaciones de servicios y canalizaciones.	4,30	1	2	2
	Acabados, firmes y pavimentos, aislamientos y cubierta.	3,70	1	2	2
Asistencia técnica, mantenimiento y reparación, supervisión,		4,20	1	2	2

ACTIVIDADES [A]	Tiempo [T] (%)	Agresiones Humanas		
		PB	SV	GR <sub>HU</sub>
administración y vigilantes.				

Tabla 4.11. Evaluación de riesgos por animales o seres humanos en las actividades de los procesos constructivos.

Con los datos de tiempos dados en la tabla 4.11 se puede obtener que la forma por mordedura ( $AH_{MO}$ ) alcanza el valor de **2,24** mientras que la forma por picadura de un insecto, un pez ( $AH_{IP}$ ) es de **2,92** y la forma por golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento ( $AH_{HU}$ ) es de **2,00**, lo que substituyendo en la ecuación 4.11, e incorporando los pesos relativos: 3,52% para la forma por mordedura, de 11,62% para la forma por picadura de un insecto, un pez y de 84,86% para la forma por golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento, se obtiene un valor por animales o seres humanos (AH) de **2,12**.

### Función de Valor

Una vez determinado el GR por animales o seres humanos, se procede a determinar el valor que genera la alternativa a partir de la función de valor. La forma de la función de valor elegida para representar el GS del evaluador respecto a la respuesta que genera la alternativa al GR del indicador “por animales o seres humanos”, es en “S”.

La forma adoptada de la función de valor en “S” es debido a que se pretende que el GR comprendido entre 1 y 2 (Es decir, grados de riesgo bajos), tengan una valoración casi máxima (valores más altos de 0,9). También se pretende que el GR comprendido entre 4 y 5 (Es decir, grados de riesgo altos) tengan valoraciones muy cercanas a 0 (valores menores de 0,1). El punto de inflexión se encuentra aproximadamente en la ordenada 0,5 y la abscisa  $\frac{x_{m\acute{a}x} + x_{m\acute{i}n}}{2}$ , tal como se muestra en la figura 4.11.

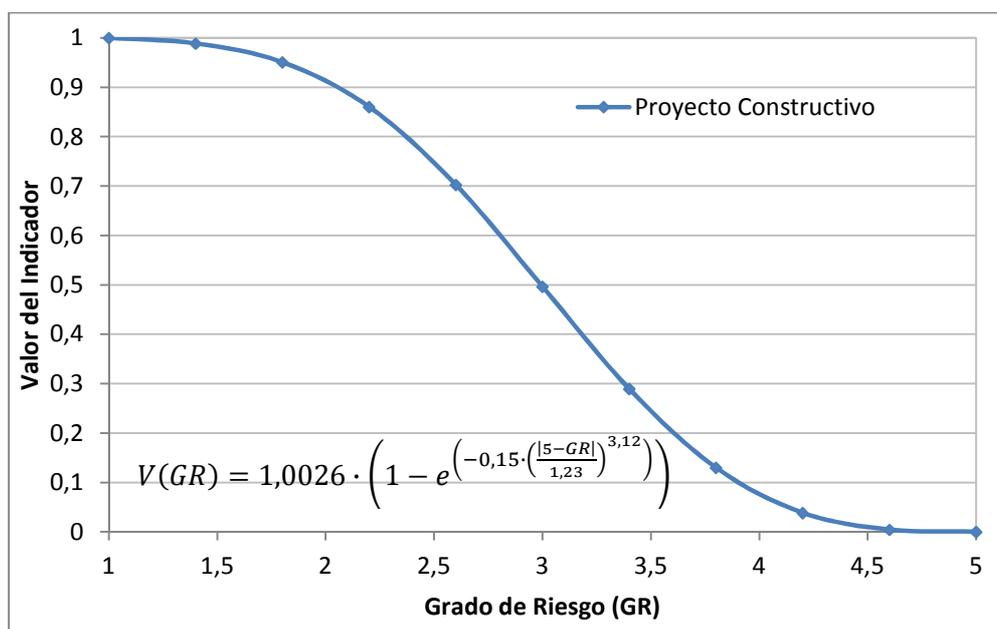


Figura 4.11. Gráfica de la función de valor del indicador por animales o seres humanos.

### 4.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES

En la tabla 4.12 se presenta el resumen de la cuantificación de los indicadores.

#### Cuantificación de los Indicadores

Indicadores		Cuantificación
Según el medio de transporte	Probabilidad (%)	32,77
Por contacto eléctrico	GR	3,17
Por contacto con entornos calientes o fríos	GR	2,87
Por contacto con sustancias peligrosas	GR	3,51
Por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto	GR	3,52
Por aplastamiento	GR	3,45
Por choque o golpe	GR	3,15
Por contacto con un agente material	GR	3,14
Por atrapamiento	GR	3,22
Por esfuerzos físicos o mentales	GR	3,55
Por animales o seres humanos	GR	2,12

Tabla 4.12. Cuantificación de los indicadores.

#### 4.4. VALORACIÓN DE LA OBRA

Para obtener el índice de valor de la obra, anteriormente se deben valorar los indicadores. Los indicadores son los únicos aspectos que son valorados directamente a través de la función de valor. Posteriormente, se obtiene el valor de los criterios y de los requerimientos. Finalmente, se obtiene el índice de valor de la obra. La forma como se consigue el valor de los indicadores, criterios y requerimientos, se muestra gráficamente en la figura 4.12.

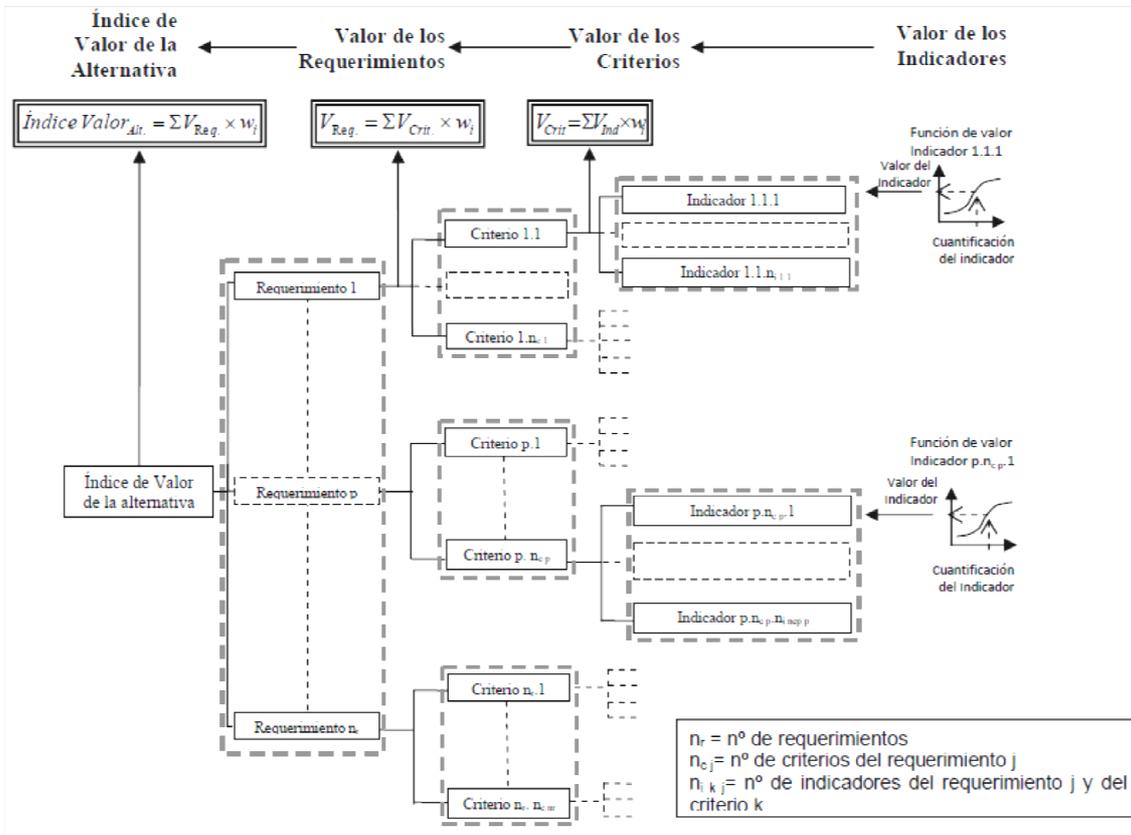


Figura 4.12. Obtención del Índice de valor de la obra.

- Valor de los indicadores: el valor de los indicadores se obtiene a partir de la función de valor y la cuantificación del indicador para la obra. Tal como se muestra en la figura 4.13, la cuantificación de la obra es la abscisa del punto de la función de valor, cuya ordenada, es el valor del indicador para la obra estudiada.

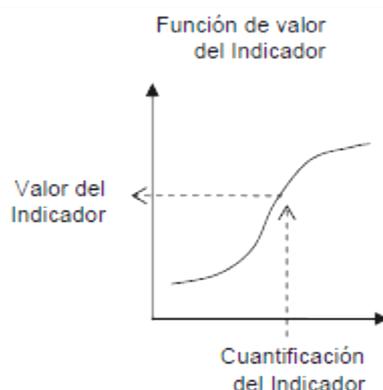


Figura 4.13. Valor del indicador.

- Valor de los criterios: tal como se muestra en la Figura 4.12 y la ecuación [4.12], el valor de los criterios se obtiene a partir del valor de los indicadores pertenecientes a ese mismo criterio multiplicado por sus respectivos pesos.

[4.12]

Donde  $n$  el número de indicadores pertenecientes al criterio valorado.

- Valor de los requerimientos: de forma similar a lo explicado para obtener el valor de los criterios se consigue el valor de los requerimientos (Figura 4.12 y ecuación [4.13]). El valor de los requerimientos es el sumatorio de los valores de los criterios pertenecientes a ese mismo requerimiento multiplicado por sus pesos.

[4.13]

Donde  $n$  el número de criterios perteneciente al requerimiento valorado.

- Índice de valor de la obra: el índice de valor de la obra se obtiene sumando el valor de los requerimientos multiplicados por sus pesos (Figura 4.12 y ecuación [4.14]).

[4.14]

Donde  $n$  el número de requerimientos.

En la Tabla 4.13 se presenta el valor de los indicadores, criterios y requerimientos del árbol de toma de decisión para la obra estudiada.

Indicadores	Valor	Criterio	Valor	Requerimiento	Valor
Según el medio de transporte	0,33	Accidentes en desplazamiento al ir o al volver del trabajo	0,33	IN ITINERE	0,33
Por contacto eléctrico	0,41	Lesiones que no tienen un origen mecánico	0,32	EN JORNADA	0,30
Por contacto con entornos calientes o fríos	0,57				
Por contacto con sustancias peligrosas	0,24				
Por ahogamiento, sepultamiento o quedar envuelto	0,24				
Por aplastamiento	0,27	Lesiones que tienen un origen mecánico	0,35		
Por choque o golpe	0,42				
Por contacto con un agente material	0,42				
Por atrapamiento	0,38				
Por esfuerzos físicos o mentales	0,22	Lesiones causadas por esfuerzos físicos o mentales	0,22		
Por animales o seres humanos	0,89	Lesiones causadas por animales o seres vivos	0,89		

Tabla 4.13. Valor de los indicadores, criterios y requerimientos.

El valor del grado de seguridad en la obra es de **0,30**.

---

# CAPITULO 5.

## CONCLUSIONES

### 5.1. INTRODUCCIÓN

En esta tesina se han ido desarrollando los distintos capítulos de una forma lógica para el lector, de manera que el capítulo 1 abarca lo referente a la introducción del tema y una visión que pasa desde un punto de vista global, a una perspectiva específica con relación a nuestro caso de estudio. Luego, en el capítulo 2, se presentan los conceptos relacionados con la seguridad y salud laboral, importantes para el entendimiento del trabajo que se desarrolla en esta tesis.

Por otro lado, el tercer capítulo, trata lo que es la metodología que se empleó para elaborar esta tesina. Dentro del capítulo, se detalla el desarrollo del modelo y la información para cuantificar los indicadores.

Luego, el capítulo 4, presenta la evaluación de los indicadores para una obra concreta y se presentan los resultados.

A continuación se presentan las conclusiones generales y específicas derivadas del presente estudio.

### 5.2. CONCLUSIÓN GENERAL

Comparando el valor del grado de riesgo (**0,30**) para la obra estudiada con los grados de riesgo para cada indicador mostrados en la Tabla 4.12, se concluye que el valor disminuye con rapidez en la medida que el grado de riesgo aumenta por encima de 3 (riesgo moderado), siendo esto coherente con

la valoración conceptual dada por el INSHT a cada grado de riesgo, es decir, para el grado de riesgo 3, se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas; mientras que para el 4 (riesgo importante), no se debe comenzar el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Lo anterior da a entender que los grados de riesgo comprendidos en este intervalo no deben ser satisfactorios.

### 5.3 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- De acuerdo con la información utilizada para calcular los pesos de los indicadores y los valores de los aspectos del modelo mostrados en la Tabla 4.13, se concluye que los indicadores por aplastamiento, por choque o golpe y por contacto con un agente material, y la forma por sobreesfuerzos físicos, son lo que más pesan dentro del modelo y por lo tanto determinan el resultado.
- Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se podría tomar la decisión de trabajar solo con los riesgos que determinan el resultado, ahorrando tiempo en la evaluación de riesgos dentro del método. Teniendo en cuenta lo anterior, esto no sería aceptado ya que la seguridad hay que gestionarla de forma íntegra, intentando no obviar ningún detalle.
- Aunque la valoración conceptual del riesgo ya este definida y se pueda entender que el valor obtenido por el método representa lo mismo, un valor servirá para comparar de forma clara, diferentes alternativas.
- La comparación del valor del grado de riesgo obtenido (**0,30**) con las valoraciones conceptuales, demuestran que la información utilizada para elaborar el modelo, así, como el tratamiento de la misma, son fiables.

### 5.4. LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

- Continuar con la mejora del modelo, como por ejemplo, reevaluado los pesos asignados a los aspectos, buscando que todos sean representativos.
- Implementar el modelo en la toma de decisiones relacionadas con la seguridad en las obras o en la que ella esté relacionada, como por ejemplo, en los sistemas de contratación de obras.

## REFERENCIAS

- [1] Claudino, J. (Octubre de 2011). Método para la evaluación de riesgos laborales en obras de construcción de grandes viaductos. Barcelona: Tesis Doctoral – UPC.
- [2] Consejería de Empleo, Mujer e Inmigración de la Comunidad de Madrid. (2011). Guía para la prevención de los accidentes de tráfico con relación laboral.
- [3] De la Orden, M., Zimmermann, M., De Vicente, A. (2010). Estudio sobre Accidentes Laborales de Tráfico. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- [4] De la Orden, M., Zimmermann, M., De Vicente, A. (2011). Estudio sobre Accidentes Laborales de Tráfico. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- [5] Eurostat y Dirección General de Empleo y Asuntos Sociales de la Comisión Europea. (2001). Estadísticas Europeas de Accidentes de Trabajo. Metodología.
- [6] Gómez, M. (1996). Evaluación de Riesgos Laborales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- [7] Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. (2013). Banco BEDEC. Base de Datos.
- [8] Instituto Nacional de Estadística. (2009). Clasificación Nacional de Actividades Económicas.
- [9] Instituto Nacional de Estadística. (2011). Clasificación Nacional de Ocupaciones.
- [10] Ley General de la Seguridad Social. (10 de Abril de 2013). Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio.
- [11] Subdirección general de análisis y vigilancia estadística. (2011). Anuario Estadístico de Accidentes. Dirección General de Tráfico.
- [12] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2004). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.
- [13] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2005). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o

contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.

[14] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2006). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.

[15] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2007). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.

[16] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2008). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.

[17] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2009). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.

[18] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2010). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.

[19] Subdirección general de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. (2011). Tablas anuales de accidentes de trabajo con baja según el lugar del accidente y la forma o contacto que ocasiono la lesión. Estadística de accidentes de Trabajo y Enfermedades profesionales.

[20] Tribunal Superior de Justicia. (20 de junio de 2009). Sentencia. Madrid.

[21] UTE Túnel Sabadell. (2008). Ejecución de las obras de prolongación de la línea de FGC a Sabadell. Sabadell: Plan de Seguridad y Salud.

[22] Viñolas, B. (Enero de 2011). Aplicaciones y avances de la metodología MIVES en valoraciones multicriterio. Barcelona: Tesis Doctoral – UPC.

# ANEXOS

## **ANEXO B**

# **DATOS ANUALES DEL NUMERO DE ACCIDENTES EN JORNADA DE TRABAJO CON BAJA, SEGÚN GRAVEDAD, POR FORMA O CONTACTO QUE OCASIONO LA LESIÓN**

### **B.2. Datos anuales**

Los datos anuales utilizados para calcular los pesos corresponden a los años comprendidos entre el 2004 y el 2011 teniendo en cuenta que la clasificación de forma o contacto que se utiliza actualmente se comenzó a usar a partir del año 2003 con la entrada en vigor del nuevo modelo de parte de accidente de trabajo (según lo establecido en la Orden Ministerial TAS/2926/2002, de 19 de noviembre), pero los partes de accidente con fecha de baja en 2003 eran posible rellenarlos tanto en formato papel como a través del nuevo registro de accidentes Delt@, sin embargo a partir de 2004 se hizo obligatoria la remisión de los partes de accidente a través de Delt@ (excepto en Cataluña y País Vasco, que han optado por el uso de medios propios, no obstante desde estas comunidades autónomas nos envían para fines estadísticos la información de sus accidentes) (Información suministrada por la subdirección general de estadística del ministerio de empleo y seguridad social).

**A.1.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad**

**Año 2004**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>871.724</b>	<b>860.304</b>	<b>10.452</b>	<b>968</b>	<b>84.020</b>	<b>80.947</b>	<b>2.582</b>	<b>491</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	35.024	34.149	800	75	1.696	1.575	92	29
No agrario	836.700	826.155	9.652	893	82.324	79.372	2.490	462
Industria	244.740	241.986	2.551	203	17.604	17.044	463	97
Construcción	224.083	220.478	3.343	262	10.933	10.407	423	103
Servicios	367.877	363.691	3.758	428	53.787	51.921	1.604	262

Tabla B.1. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2004).

**A.1.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad**

**Año 2005**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>890.872</b>	<b>880.682</b>	<b>9.255</b>	<b>935</b>	<b>90.923</b>	<b>88.392</b>	<b>2.180</b>	<b>351</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	34.265	33.489	710	66	1.831	1.744	68	19
No agrario	856.607	847.193	8.545	869	89.092	86.648	2.112	332
Industria	242.336	239.831	2.313	192	18.290	17.831	393	66
Construcción	238.495	235.212	2.973	310	11.881	11.402	386	93
Servicios	375.776	372.150	3.259	367	58.921	57.415	1.333	173

Tabla B.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2005).

**A.1.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad**

**Año 2006**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>911.561</b>	<b>902.062</b>	<b>8.552</b>	<b>947</b>	<b>91.879</b>	<b>89.631</b>	<b>1.892</b>	<b>356</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	33.938	33.246	626	66	1.761	1.671	73	17
No agrario	877.623	868.816	7.926	881	90.118	87.960	1.819	339
Industria	244.344	242.032	2.106	206	17.220	16.819	331	70
Construcción	250.313	247.059	2.958	296	12.252	11.785	368	99
Servicios	382.966	379.725	2.862	379	60.646	59.356	1.120	170

Tabla B.3. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2006).

### A.1.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad

**Año 2007**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>924.981</b>	<b>915.574</b>	<b>8.581</b>	<b>826</b>	<b>97.086</b>	<b>94.885</b>	<b>1.860</b>	<b>341</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	34.475	33.820	577	78	1.908	1.824	53	31
No agrario	890.506	881.754	8.004	748	95.178	93.061	1.807	310
Industria	245.074	242.789	2.129	156	17.936	17.573	308	55
Construcción	250.324	247.094	2.952	278	12.496	12.071	334	91
Servicios	395.108	391.871	2.923	314	64.746	63.417	1.165	164

Tabla B.4. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2007).

### A.1.2. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad

**Año 2008**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>804.959</b>	<b>797.257</b>	<b>6.892</b>	<b>810</b>	<b>90.720</b>	<b>88.857</b>	<b>1.608</b>	<b>255</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	33.010	32.339	596	75	1.624	1.560	49	15
No agrario	771.949	764.918	6.296	735	89.096	87.297	1.559	240
Industria	210.765	208.933	1.674	158	15.393	15.080	269	44
Construcción	186.655	184.326	2.076	253	9.396	9.074	251	71
Servicios	374.529	371.659	2.546	324	64.307	63.143	1.039	125

Tabla B.5. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2008).

### A.1.2. ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA, SEGÚN GRAVEDAD, POR SECTOR Y DIVISIÓN DE ACTIVIDAD

**Año 2009**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>617.440</b>	<b>611.626</b>	<b>5.182</b>	<b>632</b>	<b>79.137</b>	<b>77.624</b>	<b>1.314</b>	<b>199</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	27.681	27.103	522	56	1.359	1.292	53	14
No agrario	589.759	584.523	4.660	576	77.778	76.332	1.261	185
Industria	142.497	141.228	1.145	124	10.731	10.528	171	32
Construcción	122.614	121.120	1.329	165	6.620	6.445	138	37
Servicios	324.648	322.175	2.186	287	60.427	59.359	952	116

Tabla B.6. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2009).

### A.1.2. ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA, SEGÚN GRAVEDAD, POR SECTOR Y DIVISIÓN DE ACTIVIDAD

**Año 2010**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>569.523</b>	<b>564.019</b>	<b>4.935</b>	<b>569</b>	<b>76.441</b>	<b>75.035</b>	<b>1.218</b>	<b>188</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	27.487	26.915	519	53	1.257	1.213	35	9
No agrario	542.036	537.104	4.416	516	75.184	73.822	1.183	179
Industria	130.321	129.117	1.091	113	10.027	9.820	164	43
Construcción	100.542	99.228	1.180	134	5.457	5.319	109	29
Servicios	311.173	308.759	2.145	269	59.700	58.683	910	107

Tabla B.7. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2010).

### A.1.2. ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA, SEGÚN GRAVEDAD, POR SECTOR Y DIVISIÓN DE ACTIVIDAD

**Año 2011**

	EN JORNADA				IN ITINERE			
	Total	Leves	Graves	Mortales	Total	Leves	Graves	Mortales
<b>TOTAL</b>	<b>512.584</b>	<b>507.637</b>	<b>4.396</b>	<b>551</b>	<b>68.566</b>	<b>67.384</b>	<b>1.017</b>	<b>165</b>
<b>SECTORES</b>								
Agrario	28.059	27.510	490	59	1.251	1.194	44	13
No agrario	484.525	480.127	3.906	492	67.315	66.190	973	152
Industria	115.440	114.333	990	117	8.492	8.308	148	36
Construcción	78.966	77.883	962	121	4.041	3.944	78	19
Servicios	290.119	287.911	1.954	254	54.782	53.938	747	97

Tabla B.8. Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por sector y rama de actividad (2011).

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2004 Hasta: 12/2004

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	172	164	7	1
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	299	257	29	13
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	673	648	21	4
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	238	235	3	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	164	162	2	0
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	2566	2553	13	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	12	11	1	0
Ahogamiento en un líquido	22	22	0	0
Quedar sepultado bajo un sólido	68	47	9	12
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	637	634	2	1
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	21942	20671	1192	79
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	10840	10765	70	5
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	5976	5891	84	1
Choque o golpe contra un objeto - que cae	14679	14469	202	8
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	2943	2910	33	0
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	3793	3691	97	5
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	2228	2159	55	14
Golpe de mar	17	17	0	0
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	5771	5661	109	1
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	3761	3711	49	1
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	2055	2041	14	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	620	590	29	1
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	1059	951	71	37
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	2216	2125	81	10
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	211	141	70	0
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	63457	63347	110	0
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	154	153	1	0
Trauma psíquico	68	65	3	0
Mordedura	30	30	0	0
Picadura de un insecto, un pez	131	130	1	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	1382	1364	18	0

Tabla B.9. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2004.

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2005 Hasta: 12/2005

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	203	193	10	0
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	300	273	20	7
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	702	683	17	2
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	264	262	2	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	197	196	1	0
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	3067	3047	20	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	11	11	0	0
Ahogamiento en un líquido	28	25	0	3
Quedar sepultado bajo un sólido	78	58	11	9
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	739	731	2	6
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	25137	23951	1076	110
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	13080	12990	82	8
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	6584	6511	71	2
Choque o golpe contra un objeto - que cae	15912	15705	199	8
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	3033	3003	27	3
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	4019	3917	90	12
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	2291	2231	45	15
Golpe de mar	12	12	0	0
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	6555	6451	103	1
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	3793	3751	42	0
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	2181	2174	7	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	563	543	15	5
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	1003	898	65	40
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	2459	2379	68	12
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	239	158	81	0
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	70349	70273	74	2
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	180	178	2	0
Trauma psíquico	69	67	2	0
Mordedura	38	38	0	0
Picadura de un insecto, un pez	128	128	0	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	1232	1216	16	0

Tabla B.10. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2005.

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2006 Hasta: 12/2006

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	181	171	7	3
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	297	263	24	10
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	756	739	16	1
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	244	243	1	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	243	240	3	0
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	3621	3607	14	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	16	16	0	0
Ahogamiento en un líquido	21	18	1	2
Quedar sepultado bajo un sólido	74	54	9	11
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	845	840	4	1
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	27821	26625	1108	88
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	14024	13941	80	3
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	6908	6839	67	2
Choque o golpe contra un objeto - que cae	16784	16547	228	9
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	3211	3181	28	2
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	4006	3923	68	15
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	2437	2387	42	8
Golpe de mar	13	13	0	0
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	7412	7292	120	0
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	3773	3731	42	0
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	1922	1917	5	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	610	575	18	17
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	1096	973	74	49
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	2574	2503	64	7
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	243	188	55	0
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	75751	75663	87	1
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	206	203	2	1
Trauma psíquico	89	89	0	0
Mordedura	29	29	0	0
Picadura de un insecto, un pez	136	135	1	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	1070	1048	21	1

Tabla B.11. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2006.

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2007 Hasta: 12/2007

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	263	256	7	0
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	432	390	33	9
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	1180	1149	30	1
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	180	180	0	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	226	218	6	2
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	3863	3849	14	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	30	29	1	0
Ahogamiento en un líquido	54	52	0	2
Quedar sepultado bajo un sólido	105	74	13	18
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	824	823	1	0
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	31814	30446	1280	88
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	23122	22967	150	5
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	8062	7981	78	3
Choque o golpe contra un objeto - que cae	18712	18453	247	12
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	4869	4838	30	1
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	4181	4094	70	17
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	4128	4041	76	11
Golpe de mar	16	16	0	0
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	11420	11274	143	3
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	5031	4983	48	0
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	2671	2663	8	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	1163	1114	47	2
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	1275	1150	86	39
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	2716	2643	67	6
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	122	101	21	0
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	80698	80628	70	0
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	230	230	0	0
Trauma psíquico	71	70	1	0
Mordedura	58	58	0	0
Picadura de un insecto, un pez	142	142	0	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	1008	999	9	0

Tabla B.12. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2007.

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2008 Hasta: 12/2008

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	295	286	8	1
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	387	341	33	13
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	1001	972	27	2
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	173	173	0	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	155	153	1	1
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	3136	3118	18	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	22	22	0	0
Ahogamiento en un líquido	42	39	3	0
Quedar sepultado bajo un sólido	102	81	9	12
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	627	625	2	0
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	24675	23772	832	71
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	18636	18501	133	2
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	6424	6366	57	1
Choque o golpe contra un objeto - que cae	13473	13324	141	8
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	4127	4074	51	2
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	3248	3187	47	14
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	3402	3321	71	10
Golpe de mar	17	15	1	1
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	9397	9287	109	1
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	3715	3673	41	1
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	2023	2017	6	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	984	944	39	1
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	926	831	62	33
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	2019	1964	49	6
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	58	52	6	0
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	62916	62869	47	0
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	193	192	1	0
Trauma psíquico	57	56	0	1
Mordedura	29	29	0	0
Picadura de un insecto, un pez	93	93	0	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	678	663	15	0

Tabla B.13. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2008.

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2009 Hasta: 12/2009

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	202	194	8	0
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	316	282	25	9
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	733	716	17	0
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	117	117	0	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	99	93	4	2
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	2224	2216	8	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	12	11	1	0
Ahogamiento en un líquido	22	22	0	0
Quedar sepultado bajo un sólido	53	33	14	6
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	371	370	1	0
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	15673	15110	525	38
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	11895	11803	88	4
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	4165	4113	48	4
Choque o golpe contra un objeto - que cae	8615	8501	106	8
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	2827	2798	29	0
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	2319	2271	36	12
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	2364	2327	34	3
Golpe de mar	5	5	0	0
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	6212	6141	71	0
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	2145	2123	21	1
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	1193	1187	6	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	646	625	19	2
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	658	593	36	29
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	1352	1302	45	5
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	50	42	8	0
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	43403	43364	39	0
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	158	157	1	0
Trauma psíquico	35	35	0	0
Mordedura	34	34	0	0
Picadura de un insecto, un pez	94	94	0	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	384	382	2	0

Tabla B.14. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2009.

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2010 Hasta: 12/2010

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	127	122	5	0
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	257	241	11	5
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	609	592	16	1
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	68	68	0	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	80	77	3	0
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	1967	1958	9	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	13	13	0	0
Ahogamiento en un líquido	15	13	0	2
Quedar sepultado bajo un sólido	41	32	3	6
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	298	298	0	0
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	13533	13001	501	31
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	9717	9636	78	3
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	3346	3306	39	1
Choque o golpe contra un objeto - que cae	7206	7101	97	8
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	2448	2429	19	0
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	1954	1912	32	10
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	1909	1867	34	8
Golpe de mar	1	1	0	0
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	5416	5360	56	0
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	1806	1790	16	0
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	978	977	1	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	508	490	18	0
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	549	491	35	23
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	1126	1096	29	1
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	60	45	14	1
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	35198	35170	28	0
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	98	97	1	0
Trauma psíquico	36	36	0	0
Mordedura	21	21	0	0
Picadura de un insecto, un pez	80	80	0	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	280	278	2	0

Tabla B.15. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2010.

**Accidentes de trabajo con baja, según gravedad, por forma - contacto**

Fecha Desde: 01/2011 Hasta: 12/2011

Tipo: Accidentes

Lugar del accidente: En jornada de trabajo.

CNAE del centro: 45 (Construcción)

Forma o contacto que ocasiono la lesión	En jornada de trabajo			
	Total	Leves	Graves	Mortales
Contacto indirecto con un arco eléctrico, rayo (pasivo)	113	110	3	0
Contacto directo con la electricidad, recibir una descarga eléctrica en el cuerpo	215	202	10	3
Contacto con llamas directas u objetos o entornos - con elevada temperatura o en llamas	484	474	10	0
Contacto con objeto o entorno - frío o helado	51	51	0	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través de la nariz, la boca, por inhalación	87	82	1	4
Contacto con sustancias peligrosas - sobre o a través de la piel y de los ojos	1511	1502	9	0
Contacto con sustancias peligrosas - a través del sistema digestivo: tragando o comiendo	10	10	0	0
Ahogamiento en un líquido	8	5	0	3
Quedar sepultado bajo un sólido	36	30	3	3
Envuelto por, rodeado de gases o de partículas en suspensión	182	182	0	0
Aplastamiento sobre o contra, resultado de una caída	10753	10293	433	27
Aplastamiento sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	7466	7409	57	0
Choque o golpe contra un objeto - proyectado	2670	2635	34	1
Choque o golpe contra un objeto - que cae	5641	5566	66	9
Choque o golpe contra un objeto - en balanceo	1959	1944	13	2
Choque o golpe contra un objeto (incluidos los vehículos) - en movimiento	1552	1512	30	10
Colisión con un objeto (incluidos los vehículos) - colisión con una persona (la víctima está en movimiento)	1537	1497	36	4
Golpe de mar	5	5	0	0
Contacto con un "Agente material" cortante (cuchillo u hoja)	4347	4304	43	0
Contacto con un "Agente material" punzante (clavo o herramienta afilada)	1439	1427	11	1
Contacto con un "Agente material" que arañe (rallador, lija, tabla no cepillada, etc.)	689	688	1	0
Quedar atrapado, ser aplastado - en	427	407	19	1
Quedar atrapado, ser aplastado - bajo	436	386	34	16
Quedar atrapado, ser aplastado - entre	977	955	18	4
Amputación, seccionamiento de un miembro, una mano o un dedo	78	62	16	0
Sobresfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	28298	28278	20	0
Exposición a radiaciones, ruido, luz o presión	77	76	1	0
Trauma psíquico	21	21	0	0
Mordedura	22	22	0	0
Picadura de un insecto, un pez	56	55	1	0
Golpes, patadas, cabezazos, estrangulamiento	247	247	0	0

Tabla B.16. Número de accidentes en jornada de trabajo con baja, según gravedad, por forma o contacto que ocasiono la lesión, para la construcción en el año 2011.