

# Sistema de gestión de la SST y accidentes de trabajo en la construcción: evidencia empírica de 23 millones de horas de trabajo en Argentina, Chile, Perú, Méjico y Florida (EEUU)

OHS management system and injuries in construction: empirical evidence from 23 million of work hours in Argentina, Chile, Peru, Mexico and Florida (US)

**Javier Tarín, Asunción Galera<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitat Politècnica de Catalunya  
[asun.galera.upc@gmail.com](mailto:asun.galera.upc@gmail.com)

---

## Resumen

Las grandes corporaciones del sector de la construcción han apostado por la implantación de un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales (SGPRL), mayoritariamente siguiendo el estándar OHSAS 18001. Sin embargo, los escasos estudios empíricos disponibles sobre la eficacia de los SGPRL, presentan serios problemas metodológicos (Robson et al., 2007). El objeto del presente estudio es aportar evidencia empírica del efecto, de la implantación de un sistema de gestión OHSAS 18001, en la siniestralidad laboral en una multinacional del sector de la construcción. Para ello, tras implantar un SGPRL basado en la OHSAS18001, se registraron los datos de siniestralidad laboral durante 48 meses consecutivos. Los datos corresponden a más de 200 proyectos de edificación y obra civil realizados en cinco países diferentes (Argentina, Chile, Perú, México, y EEUU), comprenden 23 millones de horas de trabajo y una media de 3500 trabajadores mensuales. Los resultados obtenidos proporcionan evidencia empírica del descenso progresivo de los índices de incidencia (II), índices de frecuencia (IF) e índices de gravedad (IG), y por tanto de la eficacia del SGPRL, en la reducción de la siniestralidad.

## Palabras clave

Deslumbramiento, iluminación natural, sistemas de control solar, espacios de trabajo

## Abstract

Multinational companies (MC) in the construction industry have implemented occupational health and safety (OHSMS) management systems according OHSAS 18001. Available studies on the effectiveness of OHSMS in reducing accident rates and fatal accidents show important methodological limitations (Robson et al., 2007). The purpose of this paper is to provide empirical evidence of the effectiveness of an OHSMS in the reduction of work-related injuries in the construction industry. An international study is developed consisting in the implementation of an OHSMS, under the OHSAS 18001 standard, in Argentina, Chile, Mexico, Peru and Florida (US). The fieldwork period encompass 48 consecutive months for which different values have been recollected with the aim to assess the effectiveness of the OHSMS in terms of work-related injuries and fatal accidents reduction. The sample size in working hours is 23 million, with a monthly average in the order of 3,500 workers. Obtained results provide empirical evidence of the progressive decrease in injuries and accident rates.

## Keywords

Glare, daylighting, solar shading devices, working spaces

## Introducción

“Todo Miembro deberá, en consulta con las organizaciones más representativas de empleadores y de trabajadores interesadas y habida cuenta de las condiciones y prácticas nacionales, formular, poner en práctica y reexaminar periódicamente una política nacional coherente en materia de seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo”<sup>1</sup>. Con esta declaración la Organización Internacional del Trabajo estableció los cimientos de la actual legislación preventiva, dando lugar a todo un posterior desarrollo normativo, a nivel mundial, que ha tenido como único fin la seguridad y salud de los trabajadores.

Desde 1981 no sólo ha evolucionado la legislación, sino que junto a ella ha evolucionado la gestión de la prevención. En España, apenas seis meses después de que entrara en vigor la Ley de Prevención de Riesgos, de trabajo Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en adelante Ley 31/95, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) publicó las Reglas generales para la implantación de un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales (AENOR: UNE 81900 :1996 EX; derogada). “La norma fue propuesta por AENOR para su adopción como una norma Europea, pero fue rechazada por los países miembros principalmente por tratarse de una norma con propósitos de certificación”<sup>2</sup>.

Durante el segundo semestre de 1999, se publicó el estándar Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS 18001), relacionado con el tema “Salud y Seguridad en el Trabajo” y que tenía como objeto complementar a la serie ISO 9001 (calidad) e ISO 14001 (Medio Ambiente). “La característica fundamental de éste, que incluye 6 puntos prácticamente coincidentes con los del estándar ISO 14001, es la redacción de todo el documento donde destaca fundamentalmente la utilización del modo imperativo. Esta redacción facilita y

permite que sea un estándar auditable”<sup>3</sup>.

Paradójicamente, en el mercado lo que determinó el éxito de la serie OHSAS 18001 es lo que originó el rechazo de los países miembros de la norma UNE 81.900:1996 EX, la certificación. Hoy en día la certificación OHSAS 18001 es el gran distintivo en materia de seguridad de las empresas. En la actualidad resulta imposible trabajar en sectores como la minería chilena o peruana si no se dispone de la certificación OHSAS 18001.

OHSAS impone exigencias que permiten a una organización controlar sus riesgos en seguridad y salud ocupacional y a su vez transmitir confianza a quienes interactúan con la organización respecto del cumplimiento de dichos requisitos. OHSAS requiere de un cambio cultural que implica el cumplimiento de los requisitos de los sistemas de gestión, cimentados con base en: a) el compromiso para la prevención de lesiones y enfermedades profesionales; b) el compromiso para cumplir por lo menos con los requisitos legales aplicables de Seguridad y la salud ocupacional; c) el compromiso de mejora continua.

Las grandes corporaciones han optado por abrir sus fronteras al campo internacional. En la práctica totalidad de los países existe un marco legislativo laboral y aunque en apariencia no tan exigente como el español y europeo es distinto y desconocido para ellas. De igual forma las organizaciones afrontan el reto de la globalización empresarial tratando de garantizar la seguridad laboral de todos sus trabajadores y la salvaguarda jurídica de su personal directivo, punto este último de suma importancia para las organizaciones. En la actualidad la forma óptima de afrontar este reto internacional y dar cumplimiento a los requisitos legislativos, no es sino la implantación a nivel mundial del estándar OHSAS 18001, compatible con las ISO 9000 y 14000, normas que surgen en 1999 de la necesidad, demandada por la comunidad internacional, de estandarizar los requisitos

<sup>1</sup> Organización Internacional del Trabajo: Convenio OIT núm. 155, artículo 4. Parte II, 1981.

<sup>2</sup> Cepyme Aragón: “Procedimientos basados en las normas OHSAS 18000 para su implantación en PYMES del subsector fabricación de productos metálicos”, 2003, pág. 39.

<sup>3</sup> Rubio Romero, J.C.: “Nuevas Perspectivas en la normalización de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo”, 2000, apdo.5,

sobre seguridad y salud ocupacional.

Definición del problema objeto de la investigación

En la actualidad no existen antecedentes, ni estudios de análisis de siniestralidad que prueben empíricamente que la implantación de un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales (SGPRL), sea cual sea su naturaleza, reduce las tasas de siniestralidad y mejora, significativamente, las condiciones de trabajo en el sector de la construcción. Si bien esta cuestión ha sido objeto de numerosas investigaciones (Torp & Moen, 2006), (Hale, Guldenmund, van Loenhout, & Oh, 2010), (Takala et al., 2014), los estudios que hay en relación a la eficacia de los SGPRL presentan serias limitaciones metodológicas y resultan difícilmente comparables (Robson et al., 2007). Todavía hoy se discute sobre los indicadores a considerar para valorar el desempeño de los SGPRL (Podgórski, 2015).

Esta falta de disposición de una herramienta de evaluación del SGPRL dificulta la toma de decisiones apoyada en datos observables, medibles y evaluables con métodos estandarizados y por tanto, replicables y que permitan la comparación de resultados obtenidos. En la siniestralidad, además, influyen muchos factores de entorno, no sólo el del SGPRL. Para las empresas multinacionales, y para los entes responsables de las políticas nacionales de SST, cabrá preguntarse sobre el efecto del factor país. Para valorar este factor, se dispone de indicadores de calidad, internacionalmente reconocidos, como los que proporcional el Foro Económico Mundial (World Economic Forum) en su informe anual sobre el Índice de Competitividad Global (GCI), (Schwab, Sala-i-Martin, Greenhill, 2009; Schwab, Sala-i-Martin, Greenhill, 2010; Schwab, Sala-i-Martin, Greenhill, 2011; Schwab, Sala-i-Martin, Brende, 2012).

Las empresas multinacionales del sector de la construcción presentan las características idóneas para salvar estos problemas metodológicos –grandes muestras, presencia en distintos países, gran cantidad de horas de trabajo anuales, gran diversidad de trabajadores y de tipos de proyectos de construcción– y por tanto, para proporcionar evidencia

empírica de calidad sobre el impacto de la implantación de un SGPRL en la siniestralidad laboral. Además, las grandes corporaciones, disponen de los recursos necesarios: políticas de empresa que se aplican en todos sus centros y que garantizan una uniformidad de criterios, tienen SGPRL, sistemas fiables de obtención de datos observables, medibles y evaluables y de personal formado. Sería deseable pues poder solventar esta cuestión para contribuir, en última instancia, a preservar y mejorar con calidad, en la acepción estadística del término, las condiciones de trabajo de las personas, que no es sino el objetivo último de cualquier SGPRL.

Todo ello abre la puerta al desarrollo de investigación aplicada y al planteamiento de metodologías de investigación y modelos matemáticos que permitirían replicar y comparar resultados. Éste es el tema de investigación y el problema que se aborda en la presente investigación.

## Objetivo

Aportar evidencia empírica de la disminución de la siniestralidad, en el sector de la construcción en distintos países, tras la implantación de un sistema de gestión OHSAS 18001.

## Metodología

La presente investigación se basa en un estudio de campo experimental consistente en la implantación de un SGPRL, basado en OHSAS 18001, en las delegaciones de cinco países de una compañía multinacional del sector de la construcción, y en la observación de la evolución, a lo largo de 48 meses, de la siniestralidad laboral en las obras de estos cinco países, con distintas legislaciones y el sistema de gestión como único denominador entre ellos. Se trata pues de un estudio longitudinal, nomotético (Anguera, 2007). El proceso seguido para la realización del presente estudio ha sido:

1. Análisis de la compañía. Se realizó un análisis de los procesos realizados y del control de los mismos en materia de siniestralidad, identificándose como oportunidades de mejora:
  - Identificación de peligros. No había una

sistemática ni una metodología única de identificación de peligros y evaluación de los riesgos. Cada país, cada proyecto, dejaba en manos del técnico de prevención los criterios y metodologías de evaluación conforme a los estándares del país.

- Control operacional. No se realizaba un control operacional más allá de las necesidades legislativas del país.
- Seguimiento y medición. Para poder medir es preciso definir unos indicadores de desempeño mínimos que permitan saber dónde estamos y donde se quiere llegar. El análisis se realizó después de una experiencia internacional de 2 años, lo que permitió conocer ampliamente las necesidades internacionales de la compañía.

2. Diseño del sistema de gestión. Una vez finalizado el análisis se procedió al diseño de un sistema de gestión, dentro del estándar OHSAS 18001, bajo el principio de simplicidad. La experiencia constata que la mayoría de sistemas funcionan mejor si se mantienen simples que si se hacen complejos; por ello, la simplicidad fue un objetivo clave del diseño. El sistema debía de poder ser aplicado en distintos países y por distintos técnicos con una formación mínima en sistemas de gestión.

3. Compromiso por la dirección. Una vez finalizado el sistema se procedió a establecer una política rectora en materia preventiva que fuera acorde con la compañía y con sus necesidades, tomando como base los pilares establecidos en OHSAS 18001:

- Compromiso para la prevención de lesiones y enfermedades profesionales.
- Compromiso para cumplir por lo menos con los requisitos legales aplicables de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Compromiso de mejora continua.

4. Competencia y adiestramiento. Fue preciso formar a los responsable de seguridad y salud de cada país en el sistema de gestión, con objeto de que luego ellos realizarán el adiestramiento en todos los niveles del proceso

productivo (jefe de obra, jefe de producción, encargados, técnicos de prevención, subcontratas, etc...) Durante los 4 años que duró el estudio se formaron a más de 100 implicados en el sistema de gestión.

5. Seguimiento y medición. Con carácter mensual se realizaba el análisis de datos de la siniestralidad. Los responsables de cada país enviaban a los servicios centrales antes del día 10 del mes en curso los informes de siniestralidad y la totalidad de las acciones formativas realizadas en el mes anterior. El informe se realizaba en hojas de Excel que permitían realizar el seguimiento estadístico del país.

Del resultado del análisis de la siniestralidad del mes anterior se generaban las correspondientes acciones correctivas que permitían establecer los planes de acciones conducentes a disminuir la siniestralidad

6. Realimentación del sistema. Con carácter anual en cada país se realizaba una reunión con la alta dirección de la empresa con el objetivo de explicar el grado de avance conseguido y así establecer el plan de acción y de objetivos a conseguir para el próximo año

La implantación de un sistema de gestión en la empresa obedece a temas estratégicos y de competitividad. La gran diferencia en la implantación de un sistema de gestión de seguridad y salud respecto de otros, radica en el compromiso de la empresa con sus trabajadores y con la sociedad. El lema "ninguna meta de producción justifica una vida humana" es axiomático para el éxito de la implantación del sistema.

La implantación del sistema de gestión se realizó por países y de forma progresiva. Se realizó tomando como base el sistema de gestión diseñado a nivel central y posteriormente adaptado a todas y cada una de las delegaciones en base a peculiaridades idiomáticas y requisitos normativos. En la Figura 1 se muestra de forma gráfica el proceso de implantación de un sistema de gestión conforme a la NTP 899 del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El sistema cuenta con un manual donde se recogen todas las directrices generales de

gestión de forma concisa y clara y constituye un documento de referencia vertebral que permite desarrollar todo el sistema ayudando a su comprensión habiendo optado por las siguientes opciones:

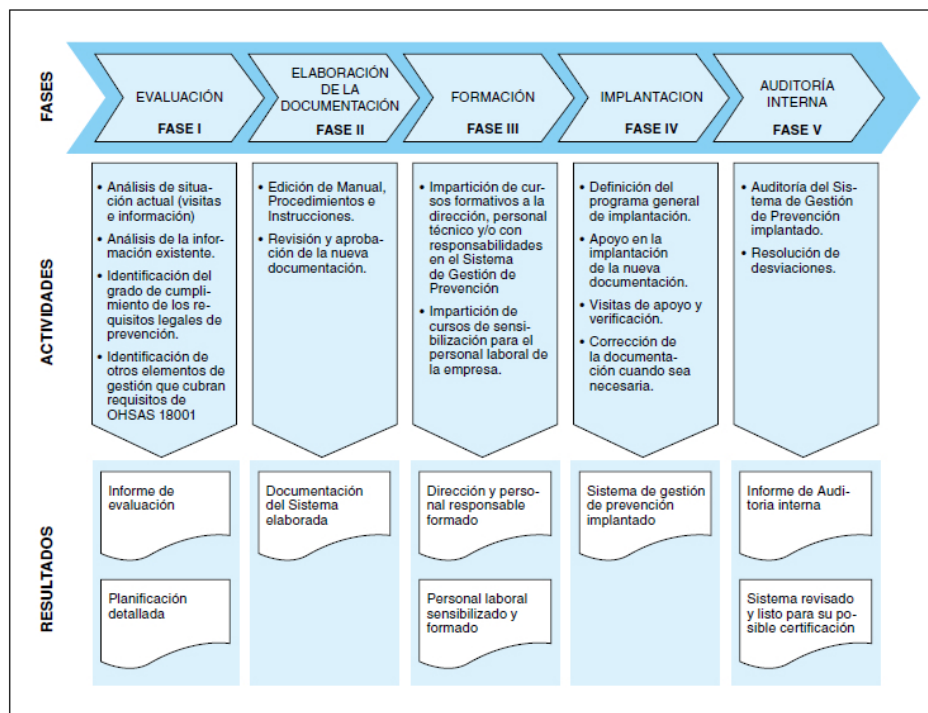
1. Referenciar todos los procedimientos del sistema de gestión dentro del propio manual.
2. Hacer referencia a estos procedimientos derivando a documentos donde se desarrollen.

El manual es un punto de referencia inicial, para todas las delegaciones y contiene una serie de puntos básicos que son:

1. Política de gestión integrada que recoja todos los requerimientos de las normas. Dicha política es común a todas las normas que se intentan integrar en éste estudio.
2. Estructura organizativa de la delegación mediante un organigrama o cualquier otra herramienta que permite aclarar los puestos y responsabilidades dentro

del sistema de gestión. Éste punto es importante porque expresara que cantidad de recursos de personal vamos a derivar a cada una de las funciones dentro de la empresa, teniendo que prestar especial atención a aquellas que tenga que ver con la gestión.

3. Directrices que debe seguir la dirección en cuanto a su compromiso con el sistema de gestión.
4. Introducción de la gestión de los recursos en la empresa.
5. Descripción general de los distintos procesos en cuanto a los productos y servicios que ofrece la empresa en todos los ámbitos de gestión, tanto en su planificación como en su ejecución.
6. Directrices generales que se siguen en cuanto al diseño y desarrollo así como con las compras.
7. Descripción general de los controles y directrices que se deben implementar para conseguir una mejora continua del sistema y para asegurar que cumplen con los requisitos y objetivos marcados.



**Figura 1:** Fases en la implantación del estándar OHSAS 18001.



El proceso de implantación del sistema de gestión en cada una de las delegaciones tiene como punto de partida febrero de 2009 donde la compañía aprueba un sistema de gestión basado en OHSAS 18001 para la división de Construcción Internacional. Dicho sistema de gestión es trasladado a las distintas delegaciones objeto del presente análisis con objeto de adaptarlo a la legislación vigente y comenzar el proceso de implantación. El proceso de adaptación normativa, lingüística y su posterior implantación obedece al siguiente calendario:

- Febrero 2009: Aprobación del sistema de gestión matriz.
- Abril 2009: Se inicia la adaptación en Argentina, Chile, México.
- Junio 2009: Inicio de la implantación en Chile y México.
- Diciembre 2009: Comienza la adaptación del sistema en Miami.
- Enero 2010: Certificación OHSAS 18001 en Delegación de Chile.
- Febrero 2010: Inicio de los trabajos de adaptación del sistema en delegación de Perú.
- Marzo 2010: Implantación del Sistema en la Delegación de Perú.
- Abril 2010: Inicio Implantación en Delegación Miami.
- Octubre 2011: Implantación del Sistema en Argentina

La adaptación del sistema para cada país se realizó con recursos propios a través de los responsables de seguridad y salud de cada Delegación. Para la implantación se realizaron formaciones a la totalidad del personal con responsabilidades directas en la implantación del sistema, aproximadamente un 15% del total de trabajadores, donde se explicó a todo el personal asistente: ¿Por qué OHSAS 18001?, Contenido del sistema de gestión., Funciones y Responsabilidades, Principios de OHSAS 18001<sup>4</sup>.

Una parte fundamental es la que corresponde a la supervisión y monitorización del proceso de implantación. La totalidad del proceso de

supervisión se realizó con visitas periódicas a todas y cada una de las Delegaciones siendo el promedio de visitas de seguimiento de 3-4 por año.

## Participantes

La muestra objeto del estudio comprende más de 200 proyectos de obra civil y 7 de edificación, realizados en 5 países. A excepción de en EE.UU, donde se actuó a través de 3 empresas filiales, en el resto de países fueron actuaciones directas de la casa matriz mediante la constitución de agencias o sucursales mercantiles. La recogida de datos fue sobre la totalidad de los proyectos ejecutados:

Argentina: Se realizaron un total de 4 proyectos de edificación, donde 3 de ellos de edificación hospitalaria. La implantación del sistema no comenzó a realizarse hasta comienzos del año 2011.

Chile: Se realizan un total de 8 proyectos, donde 3 proyectos fueron edificaciones hospitalarias y 5 se correspondían con proyectos de obra civil, realizando uno de ellos dentro del sector de la minería. La implantación del sistema de gestión comienza en junio de 2009.

México: Se realizan 4 proyectos de obra civil. La implantación del sistema comienza en junio de 2009.

Perú: Se realizan un total de 4 proyectos de obra civil, dos de ellos en el sector de la minería. La implantación del sistema se corresponde con la apertura de la Delegación en marzo de 2010.

Estados Unidos: Se realiza una media de 220 proyectos de obra civil. La implantación del sistema de gestión comienza en abril de 2010.

## Variables

- Número de trabajadores.
- Número de horas trabajadas.
- Accidentes en jornada de trabajo con baja laboral.
- Accidentes graves.
- Accidentes mortales.
- Jornadas perdidas por accidente laboral con baja.

<sup>4</sup>Es preciso destacar que OHSAS 18001:2007 no sólo responde íntegramente al ciclo PDCA, ya visto anteriormente sino que toma como base los 14 principios de Deming.

## Periodo de registro e instrumentos de medida

El registro de datos se ha realizado entre los años 2009 a 2012 con una periodicidad mensual, recabándose antes del día 10 del mes en curso, con objeto de poder analizar los mismos y poner las correspondientes medidas preventivas que eviten la repetición de los mismos. Se ha llevado a cabo por parte de los miembros del servicio de prevención de la Sociedad de todos y cada uno de los países objeto de la muestra.

Los responsables del registro siguieron un protocolo de reporte de incidentes que incluía hoja resumen de accidentes e investigación de accidente y medida correctiva. Posteriormente se procesaban en hojas de cálculo para realizar seguimiento de índices de incidencia, frecuencia y gravedad.

Los datos se corresponden con más de 20 millones de horas trabajadas, para un total de 5 países y con una media mensual del orden de 2.500 trabajadores. Considerando un factor de corrección del orden del 40%, debido a la rotación de trabajadores en el sector de la construcción, el número medio de trabajadores supera los 3500 por mes.

## Análisis de los datos

Índices de Incidencia, Frecuencia y Gravedad. Si bien la definición de estos índices es distinta para algunos países como Chile y Perú hemos normalizado los mismos conforme a:

**Índice Incidencia (II):** Representa el número de accidentes ocurridos por cada cien mil personas expuestas.

**Índice de frecuencia (IF):** Nos da la tasa de accidentabilidad en función de las horas trabajadas.

**Índice de gravedad (IG):** Representa las jornadas perdidas en función de las horas trabajadas.

El resumen estadístico de las variables registradas se presenta, con valores agregados, en la tabla 1, y con valores desagregados para cada uno de los países, en las tablas 2 a 6. Las variables que se presentan son:

- var4: Trabajadores
- var5: horas trabajadas
- var6: total accidentes
- var7: accidentes graves
- var8: accidentes mortales
- var9: jornadas no trabajadas
- II: índice de incidencia
- iiAc: índice de incidencia acumulado
- IF: índice de frecuencia
- ifAc: índice de frecuencia acumulado
- IG: índice de gravedad
- igAc: índice de gravedad acumulado

**Tabla 1:** Resumen estadístico, datos agregados

variable	mean	Sd	min	Max	range	p50	p75
var4	498.4583	368.8261	20	1906	1886	380.5	730.5
var6	1.316667	2.646489	0	17	17	0	1
var7	.0958333	.334838	0	2	2	0	0
var8	.0125	.1113346	0	1	1	0	0
var9	26.22917	42.70255	0	268	268	1	33
II	335.0893	749.1308	0	4497.354	4497.354	0	312.5488
ii_Ac	523.5099	558.3769	0	2077.023	2077.023	335.6329	540.1944
IF	17.97477	41.67414	0	277.3771	277.3771	0	14.48925
if_Ac	28.01669	32.38734	0	118.5613	118.5613	16.86357	27.57904
IG	.3039012	.5921241	0	3.056608	3.056608	.0079181	.3726405
ig_Ac	.4609281	.4122221	0	1.524649	1.524649	.337098	.490676

**Tabla 2:** Argentina, resumen estadístico

variable	mean	Sd	min	Max	range	p50	p75
var4	121.4583	104.8797	34	403	369	60	218.5
var5	21320.79	18753.29	4000	75794	71794	11470	35568
var6	2.145833	3.735907	0	17	17	0	2.5
var7	.0625	.244623	0	1	1	0	0
var8	0	0	0	0	0	0	0
var9	27.25	43.56873	0	184	184	2.5	43.5
II	1088.821	1359.874	0	4497.354	4497.354	0	2141.216
ii_Ac	1426.262	627.7576	239.2345	2077.023	1837.788	1803.957	1930.897
IF	61.15601	75.92044	0	277.3771	277.3771	0	123.2568
if_Ac	81.90608	35.48583	14.45254	118.5613	104.1087	103.4614	110.3756
IG	.8200504	1.055385	0	3.056608	3.056608	.1113935	1.520112
ig_Ac	1.140995	.3339208	.3599371	1.524649	1.164712	1.31287	1.409468



**Tabla 3:** Chile, resumen estadístico

variable	mean	Sd	min	Max	range	p50	p75
var4	610.5417	442.9896	54	1608	1554	493.5	918.5
var5	115233.3	95505.61	9401	338174	328773	79984	176739
var6	1.9375	3.646078	0	16	16	0	2.5
var7	.1041667	.3712878	0	2	2	0	0
var8	.0208333	.1443376	0	1	1	0	0
var9	35.70833	55.9053	0	163	163	0	63.5
ll	180.7094	306.7108	0	1037.51	1037.51	0	267.5042
ii_Ac	486.9127	108.4546	317.3412	995.0249	677.6837	506.7422	535.3123
IF	9.326325	16.09889	0	56.89836	56.89836	0	12.4644
if_Ac	24.31456	4.724341	16.81372	47.31292	30.4992	24.78396	26.49006
IG	.2005996	.3099823	0	1.314492	1.314492	0	.3837311
ig_Ac	.4112124	.063686	.2777629	.4898636	.2121007	.4278849	.470934

**Tabla 4:** Estados Unidos, resumen estadístico

variable	mean	Sd	min	Max	range	p50	p75
var4	723.8542	39.19563	609	785	176	732.5	748
var5	145220.8	13506.48	111176	170723	59547	144426	156945.5
var6	1.291667	1.556843	0	7	7	1	2
var7	.125	.3927535	0	2	2	0	0
var8	.0208333	.1443376	0	1	1	0	0
var9	35.125	25.67524	0	96	96	31	58
ll	175.9101	213.2694	0	960.2195	960.2195	134.5905	277.0423
ii_Ac	279.9744	69.94297	178.4429	405.4054	226.9624	275.4151	339.156
IF	8.659461	10.4339	0	48.08782	48.08782	6.486386	14.48925
if_Ac	13.54074	3.134.885	8.894504	18.99071	10.0962	13.43376	16.3849
IG	.2370169	.169246	0	.6594901	.6594901	.2150896	.384932
ig_Ac	.281161	.0520345	.1332225	.3895623	.2563398	.2690629	.3112906

**Tabla 5:** México, resumen estadístico

variable	mean	Sd	min	Max	range	p50	p75
var4	593.75	270.9915	279	1171	892	547.5	736.5
var5	113826	55263.44	44640	224832	180192	112600	143424
var6	.875	1.817468	0	9	9	0	1
var7	.1666667	.4294149	0	2	2	0	0
var8	.0208333	.1443376	0	1	1	0	0
var9	28.1875	53.0871	0	268	268	0	45.5
ll	148.4706	326.884	0	1549.053	1549.053	0	124.4905
ii_Ac	336.8027	223.9418	147.3684	874.317	726.9485	214.1463	491.4456
IF	7.237114	15.82092	0	74.47372	74.47372	0	6.483881
if_Ac	16.58764	10.5786	7.687171	42.83389	35.14672	10.77895	23.71358
IG	.2217257	.415191	0	2.217662	2.217662	0	.3759122
ig_Ac	.4357666	.2287744	.2418757	1.055823	.8139473	.3415086	.5350895

**Tabla 6:** Perú, resumen estadístico

variable	mean	Sd	min	Max	range	p50	p75
var4	442.6875	432.6788	20	1906	1886	313	339
var5	103708.8	106034.7	4272	505074	500802	75913.5	81650
var6	.3333333	.5954913	0	2	2	0	1
var7	.0208333	.1443376	0	1	1	0	0
var8	0	0	0	0	0	0	0
var9	4.875	11.32992	0	62	62	0	4
ll	81.53538	162.6023	0	623.053	623.053	0	83.76.355
ii_Ac	87.59823	25.91924	0	128.783	128.783	92.76592	102.2159
IF	3.494915	6.931471	0	25.88595	25.88595	0	3.325887
if_Ac	3.734432	1.110763	0	5.493449	5.493449	3.97113	4.360738
IG	.0401136	.0802121	0	.4240228	.4240228	0	.0415198
ig_Ac	.0355059	.0123465	0	.0604279	.0604279	.0352642	.0447406

## Accidentes

En todos los países se observa una concentración de los accidentes en la primera mitad del periodo del estudio de campo. La mejora más drástica se observa en Chile dado que es el país que muestra una tasa de descenso más elevada, debido a que en 2009 registró el mayor número de accidentes. En el extremo se encuentra Perú, que desde el primer momento registra la accidentalidad más baja. Cabe destacar que en este país la implantación del sistema de gestión parte de cero, aspecto que será tratado en la discusión de resultados.

De igual forma, la irrupción de Argentina en 2010, se pone de manifiesto, pues es el país que mayores índices de siniestralidad presenta, como más adelante se verá. A pesar de la heterogeneidad que presentan las curvas de cada país correspondientes a la evolución del número total de accidentes, datos mensuales, durante el periodo 2009-2012, sí se observa un patrón de descenso en el número de accidentes registrados. Sin embargo dado que estos datos son agregados, del total de accidentes, cabe preguntarse sobre los resultados desagregados en accidentes leves, graves y mortales. La respuesta se presenta en la Figura 3 que nos revela la homogeneidad entre países respecto al comportamiento de las tres tipologías de accidentes -leves, graves y mortales-, ya que en todos los casos parece que el descenso solo afecta a los accidentes leves, pero muy poco a los graves y poco o nada en el caso de los mortales.

Más información aporta la Figura 4, donde se observa el comportamiento diferencial de las tres tipologías de accidente -leve, grave y mortal- en cada uno de los años estudiados y para cada uno de los cinco países. El diagrama de cajas proporciona mucha información de la variable ya que, además de la mediana (p50) y de los percentiles p25 y p75, también da los límites por encima y por debajo del rango intercuartílico [p25, p75], así como los valores atípicos (puntos fuera del límite del diagrama de caja o boxplot).

En 2009 Chile aporta casi el 50% del total de horas trabajadas entre los cinco países, es por ello que presenta mayor rango intercuartílico en el número de accidentes totales. Sin embargo

cuando observamos el índice de frecuencia II y el acumulado IIac (Figura 10), se pone de manifiesto que no difiere en demasía al resto de países, descontando Argentina que tiene un comportamiento alejado al del conjunto de los otros cuatro. Hecha esta apreciación, lo que revela con más claridad la Figura 4 es la tendencia temporal a la baja en el número de accidentes leves y graves. No así en el de mortales, que parece seguir un patrón invariante y aleatorio durante todo el periodo. Como se verá más adelante, en el punto 4.1.5, este comportamiento tiene una explicación en la función de distribución de probabilidad del número de accidentes.

## Índice de incidencia (II)

Los resultados muestran una disminución continuada del II y del IIac para todo el periodo y para todos los países, que gráficamente se presenta en la Figura 5. Consecuentemente los valores de los percentiles p50 y p75, esto es, los valores de los II e IIac por debajo de los cuales queda englobado el 50 y el 75% de los registros de dichos índices, van disminuyendo a lo largo del periodo. Queda ello patente en las Figura 7 y Figura 8, que claramente ponen de manifiesto la disminución de del p50 y p75 en el periodo 2010-2011 respecto del 2009-2010. Lógicamente la Figura 6, al representar todos los años, 2009-2012, presenta valores inferiores a primer periodo (Figura 7) pero superiores al segundo (Figura 8), en el que el tiempo transcurrido desde la implantación del SGPRL basado en OHSAS 18001 es superior, y por tanto, el efecto en la disminución de la siniestralidad se hace más patente.

El análisis desagregado por países también informa de una disminución en los II e IIac, pero con diferencias en las tasas de variación interanuales.

## Índice de frecuencia (IF)

Igual que con los índices de incidencia, los resultados muestran una tendencia descendente del índice de frecuencia para todos los países, a lo largo de los 48 meses de estudio de campo.

Nuevamente observamos descensos en

los p50 y p75 en la segunda parte del periodo respecto a la primera (Figura 11 y Figura 12). La notable diferencia entre el índice de frecuencia y el índice de frecuencia acumulado estriba en que el segundo considera todos los accidentes y todas las horas trabajadas desde el principio del periodo hasta el momento actual, mientras que el primero sólo considera los valores de las dos variables correspondientes al mes en curso. Así pues captamos el efecto de la implantación del SGPRP desde el principio. Las variaciones en el rango intercuartílico son más informativas que la media del periodo, razón por la cual la gráfica utilizada es el diagrama de cajas.

Las diferencias entre países y las variaciones interanuales se muestran en las Figura 14 y Figura 15. Con todo, se mantiene la tendencia en la disminución de los valores de los índices de frecuencia IF e IFac.

## Índice de gravedad (IG)

El índice de gravedad representa las jornadas de trabajo perdidas, como consecuencia de accidentes con baja, por cada mil horas trabajadas. Lógicamente este índice estará muy asociado a la gravedad del accidente y a la ocurrencia del mismo, por lo que su dependencia directa con los índices de frecuencia o de incidencia, estará ponderada por la gravedad de los accidentes, que es el principal determinante de los días de baja laboral.

En el análisis por país se ve con claridad este efecto. Si bien, como se ha visto en los puntos anteriores, todos los países muestran un descenso en los índices de incidencia y de frecuencia, el índice de gravedad no presenta un comportamiento tan inequívoco (Figura 17), por lo que hay que acudir a las cifras de las variaciones interanuales (Figura 18) para comprobar los descensos en el IG. Mercece la pena constatar que el IG no siempre va acompañado de los II e IF, en el caso de EEUU las variaciones interanuales 2010-2011 estaban entorno al -22% para los II e IF (Figura 14. y Figura 15), mientras que para el IG fue del 4%. En el análisis agregado, sin embargo, sí que se observa un descenso global en la compañía (figuras 33 a 35).

Observamos pues, a nivel de compañía,

cómo la implantación del SGPRP repercute en el número de accidentes con baja y por tanto en el índice de gravedad. Sin duda la mejora tras la implantación del sistema es notable, tal como se pone de manifiesto en la Figura 20, tras 36 meses de implantación del sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales, basado en OSHA 18001, en comparación con la Figura 19.

Como se ha visto los accidentes leves son los que sufren una reducción mayor en número, mientras que los accidentes graves parecen seguir un patrón menos dependiente del SGPRP. Ello tiene una repercusión sobre los índices de gravedad que no podemos ponderar dado que no se han registrado los días no trabajados por tipología de accidente leve o grave.

Lo que sí podemos valorar es en qué el SGPRP ha afectado a la probabilidad de ocurrencia de un accidente dentro de la compañía, aspecto que será tratado en el punto siguiente.

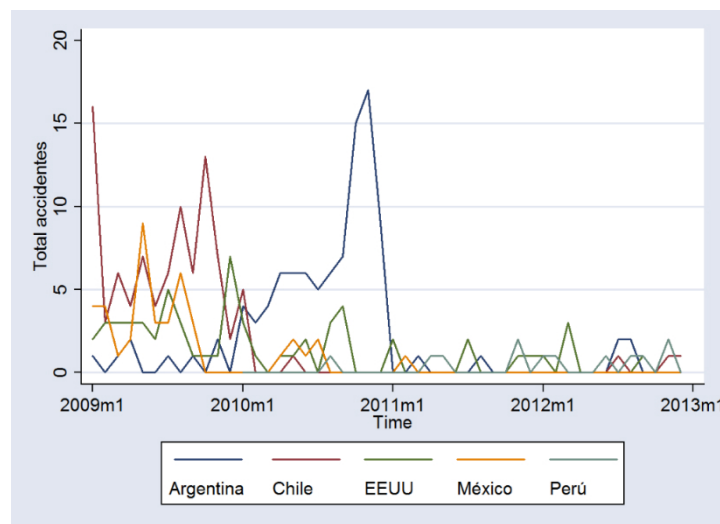
Funciones de distribución de la siniestralidad

Con los resultados obtenidos queremos saber a qué función de distribución de probabilidad se ajusta mejor a la variable "número de accidentes", para así poder interpretar mejor los resultados. Teóricamente debemos asumir que el número de accidentes sigue una distribución de Poisson, ya que se trata de eventos poco probables que se producen aleatoriamente. Sin embargo, siguiendo en el plano teórico, la distribución binomial negativa sería más adecuada que la de Poisson para modelar el número de accidentes laborales ocurridos en un determinado periodo de tiempo. Ello se justifica porque la distribución de Poisson asume que todos los individuos tienen la misma probabilidad de sufrir un accidente y que ésta permanece constante durante el periodo de estudio; sin embargo, esta asunción puede no tener en cuenta el impacto de factores de entorno (sociolaborales, económicos, legislación, entre otros) que afecten a la accidentabilidad. Por tanto, a pesar de que los individuos tienen probabilidades constantes en el tiempo, éstas varían de unos sujetos a otros debido a esos factores de entorno.

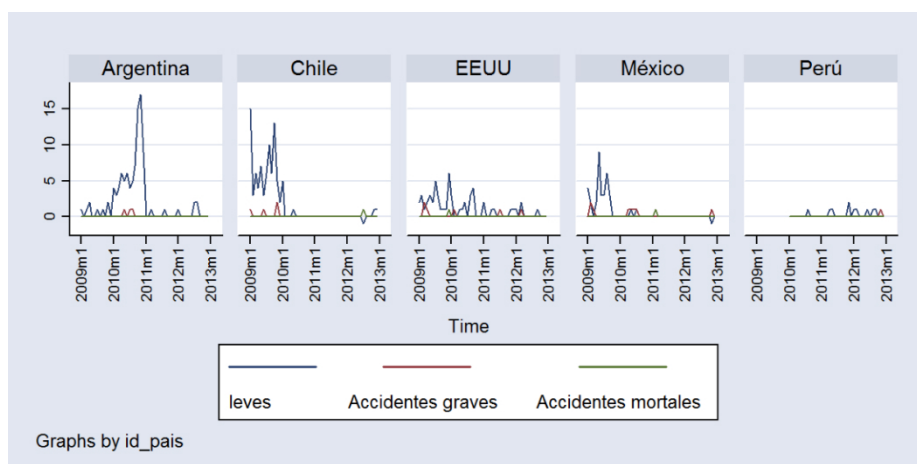
Uno de los principales factores de entorno, será el de la implantación de un SGPRP. Y entendemos que dicho sistema, afectará a la probabilidad de ocurrencia de un accidente, neutralizando los factores de entorno tanto

como sea posible. Por tanto si logramos acercarnos tanto como podamos a una Poisson, estaremos en un escenario donde los accidentes se mantienen a raya, sólo dependiendo del parámetro  $\lambda$ , y la ocurrencia de los mismos tiene una probabilidad baja. es el parámetro de la distribución y coincide con la esperanza y la varianza de la variable.  $\lambda$  representa el número de veces que se espera que ocurra un evento (en nuestro caso un accidente) en un determinado periodo de tiempo.

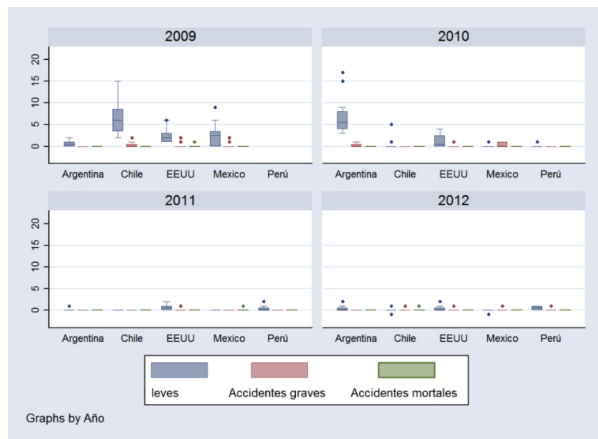
En las gráficas que siguen se representan las proporciones observadas junto con las de de Poisson y Binomial Negativa que seguiría una variable de conteo. Las figuras siguientes muestran el ajuste de los resultados obtenidos a los 12, 24, 36 y 48 meses, respectivamente, de la implantación del SGPRL basado en OHSAS 18001 en la compañía. Como puede comprobarse, en un principio el ajuste entre lo observado y la binominal negativa es perfecto, por lo que concluimos que hay causas asignables de entorno que justifican que el número de accidentes no siguen una distribución de Poisson. A los 36 meses, sin embargo, estos factores de entorno han sido neutralizados y consecuentemente la distribución de probabilidad cumple el supuesto teórico para la variable "número de accidentes" que es una Poisson.



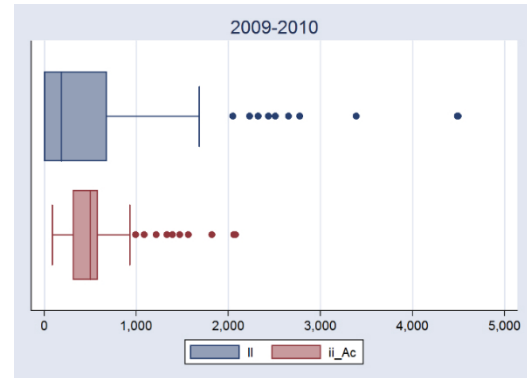
**Figura 2:** Evolución de los accidentes totales 2009-2012 por país



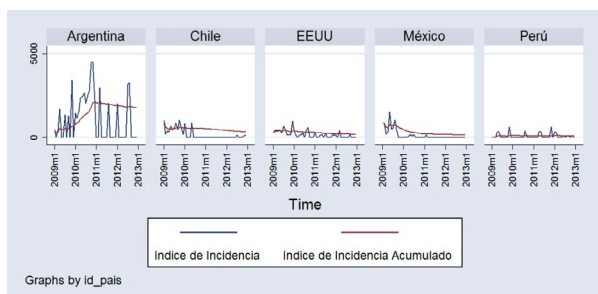
**Figura 3:** Accidentes leves, graves y mortales por país y año



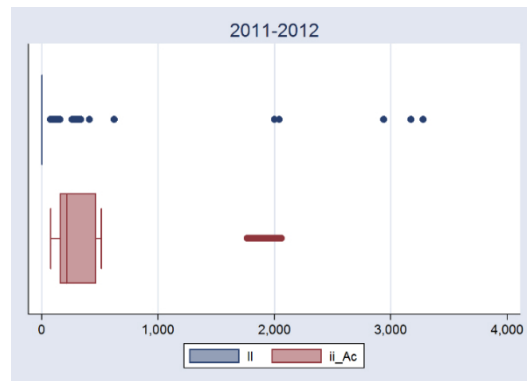
**Figura 4:** Accidentes leves, graves y mortales por país y año



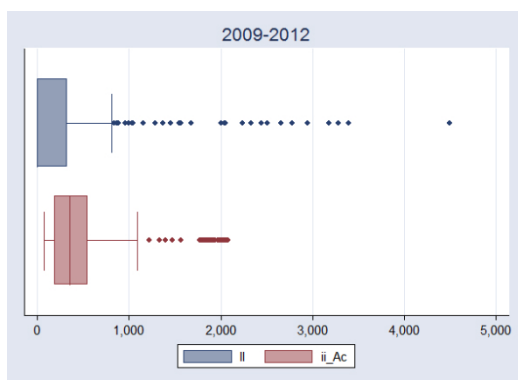
**Figura 7:** II e llac durante el periodo 2009-2010



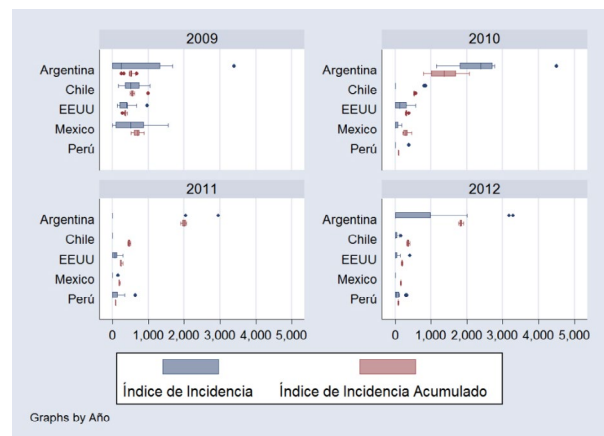
**Figura 5:** Evolución por país del II y del llac



**Figura 8:** II e llac durante el periodo 2011-2012

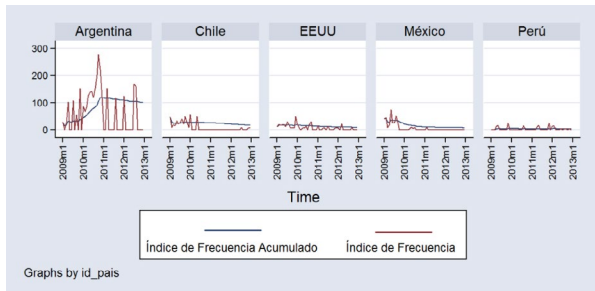


**Figura 6:** 6 II e llac durante el periodo 2009-2012

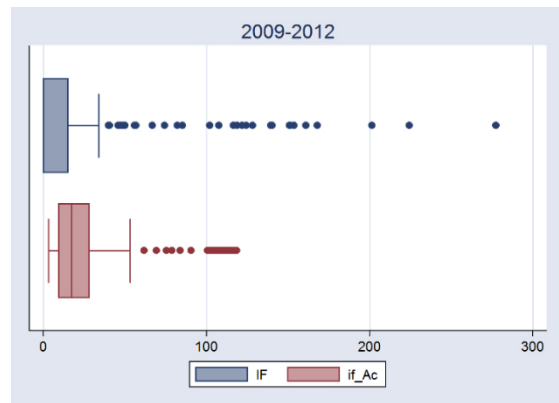


**Figura 9:** II e llac por país y año

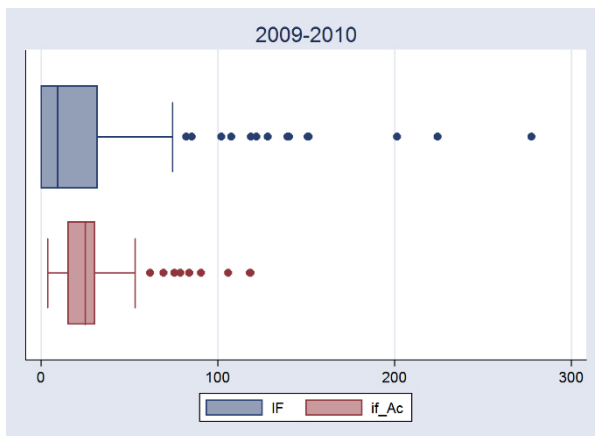




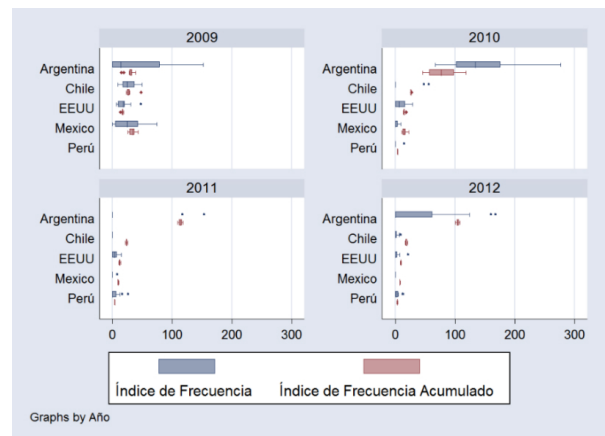
**Figura 10:** Evolución por país del IF y del IFac



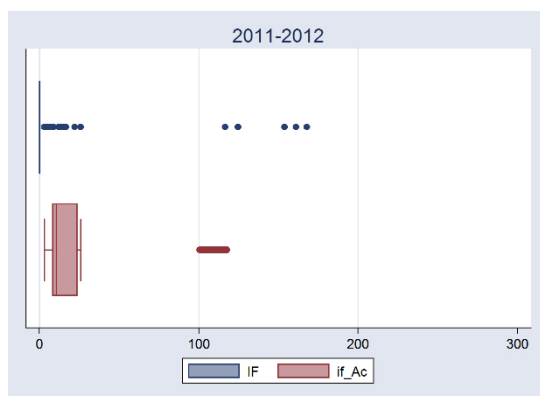
**Figura 13:** IF e IFac durante el periodo 2009-2012



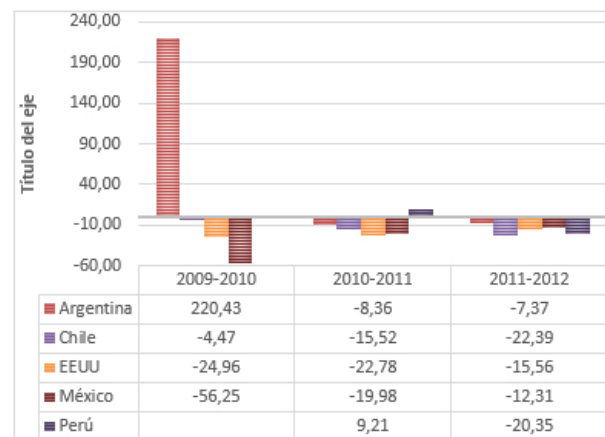
**Figura 11:** IF e IFac durante el periodo 2009-2010



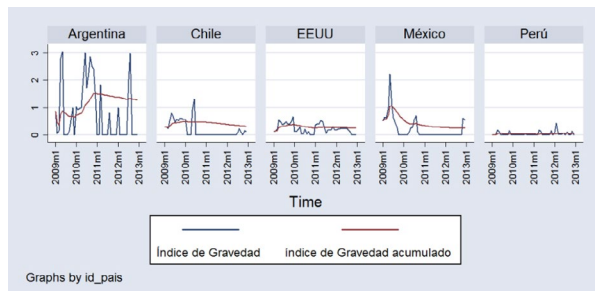
**Figura 14:** Comportamiento por país y año de los IF e IFac



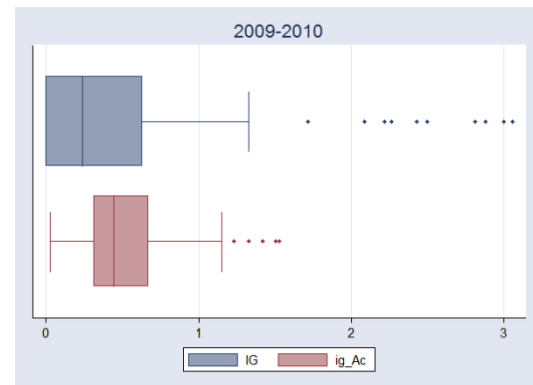
**Figura 12:** IF e IFac durante el periodo 2011-2012



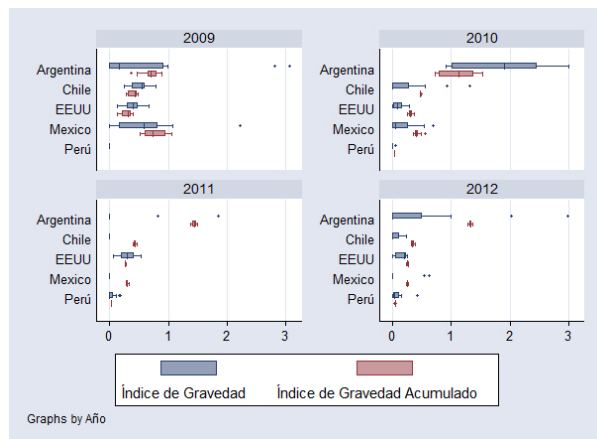
**Figura 15:** Porcentaje de variación interanual del IF



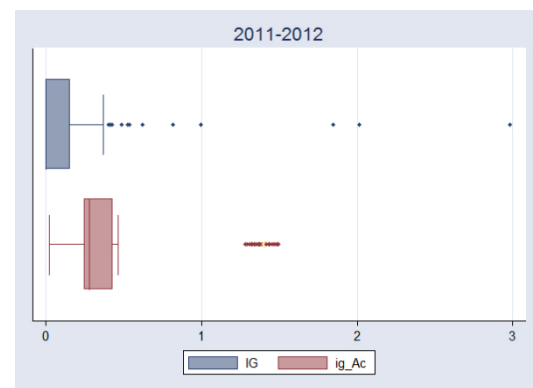
**Figura 16:** Evolución por país del IG y del IGAc



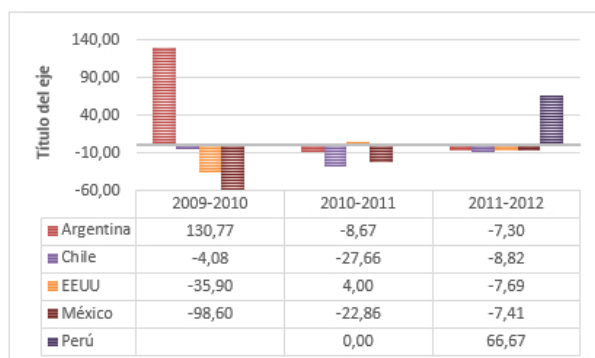
**Figura 19:** IG e IGAc durante el periodo 2009-2010



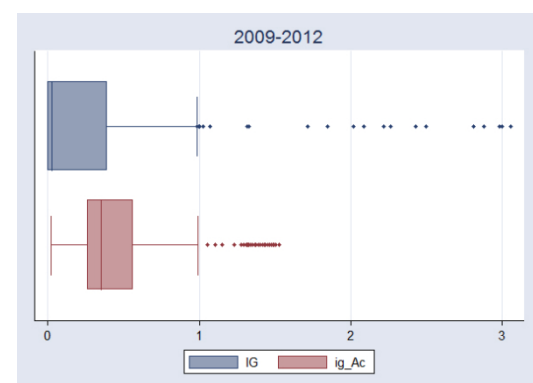
**Figura 17:** IG e IGAc por país y año



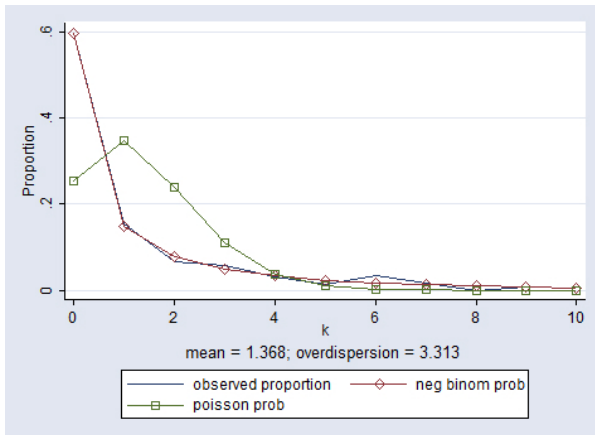
**Figura 20:** IG e IGAc durante el periodo 2011-2012



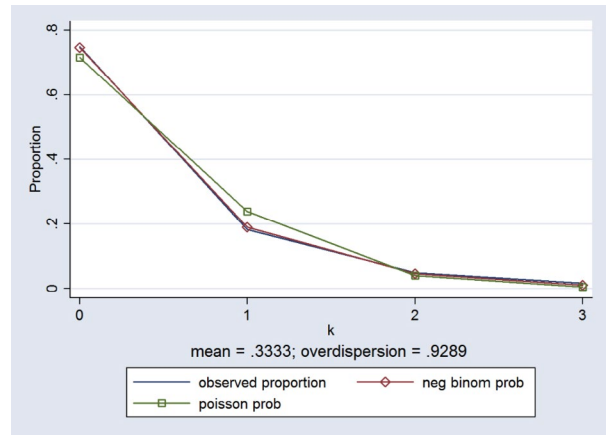
**Figura 18:** Porcentaje de variación interanual del IG



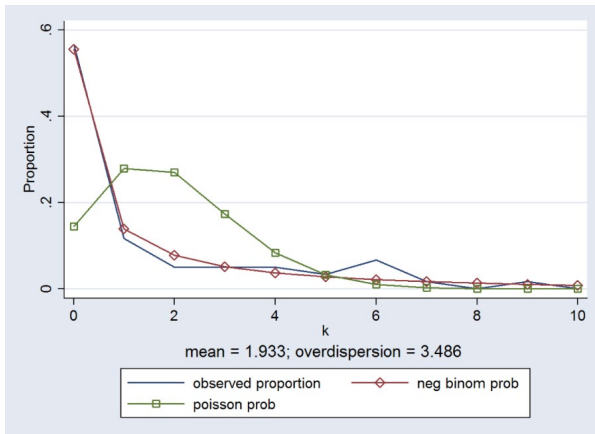
**Figura 21:** IG e IGAc durante el periodo 2009-2012



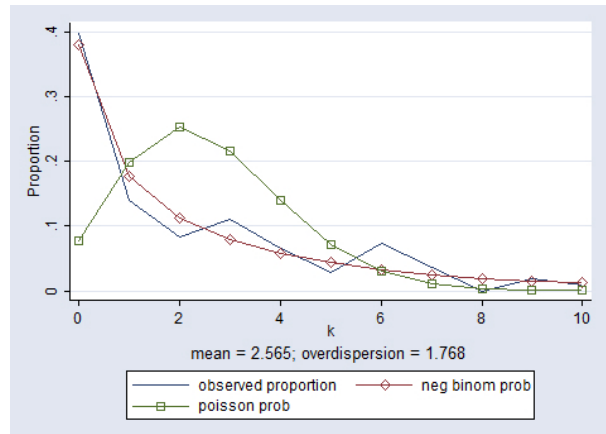
**Figura 22:** Ajuste de distribución tras 12 meses de SGRPL



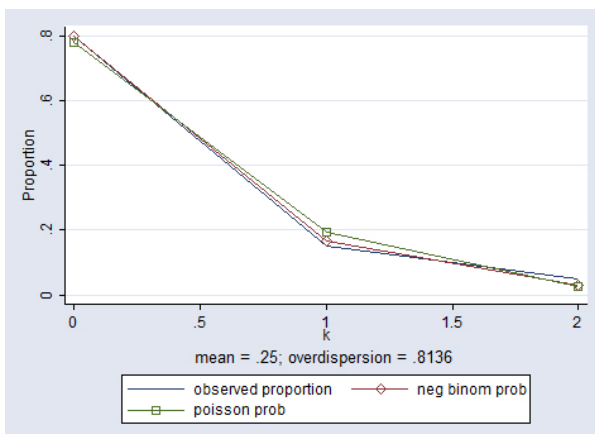
**Figura 25:** Ajuste de distribución tras 48 meses de SGRPL



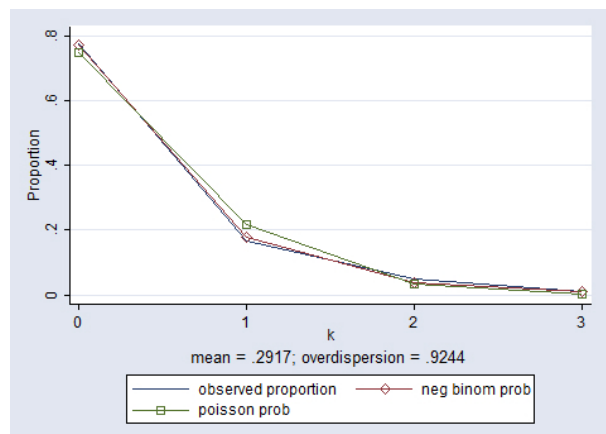
**Figura 23:** Ajuste de distribución tras 24 meses de SGRPL



**Figura 26:** Función de distribución antes de 2010



**Figura 24:** Ajuste de distribución tras 36 meses de SGRPL



**Figura 27:** Función de distribución después de 2010

## Discusión

La Implantación de un sistema de gestión de la PRL bajo estándar OHSAS18001 en cinco países de América: Argentina, Chile, Perú, México y Estado de Florida (EEUU), se ha llevado a cabo con éxito para todos los países.

En las Delegaciones que establecieron desde el inicio una metodología de trabajo como es el caso de Perú, se alcanzaron mejores resultados tanto en el índice de frecuencia como en el IG. El análisis estadístico descriptivo de la siniestralidad laboral en Argentina, Chile, México, Perú y EE.UU. (Estado de Florida) durante los años 2009 y 2012, aporta evidencia empírica sobre cómo la implantación de un SGRPL, basado en OHSAS 18001, contribuye a disminuir la siniestralidad. Cabe señalar que la dimensión del estudio de campo llevado a cabo en 5 países distintos, corresponde a más de 20 millones de horas trabajadas, durante 48 meses, por una media mensual 3.500 trabajadores, no tiene parangón en la literatura revisada.

Si bien es cierto que Hudson (2007) engloba la segunda y tercera ola de reducción de la siniestralidad dentro de la implantación de un Modelo Cultural dentro de la empresa, con los resultados obtenidos probamos la hipótesis de Hudson de reducción de la siniestralidad, segunda ola, como consecuencia de la implantación de un sistema de gestión.

Así mismo, hay que destacar la consistencia, del resultado en la disminución de la siniestralidad, dado que los descensos son apreciables en todos los países, a pesar de la heterogeneidad de los proyectos que se llevaron a cabo, del número de trabajadores involucrados y de la diversidad en los marcos jurídicos de aplicación.

La máxima expresión del éxito de los resultados obtenidos está representada, a nuestro entender, en las Figura 26 y Figura 27, que recogen cómo a medida que transcurre el tiempo, desde la puesta en marcha del SGRPL en la compañía, la distribución de probabilidad de ocurrencia de un accidente muda de una distribución Binomial Negativa a una distribución de Poisson.

Ello expresa que los posibles motivos que hacen aumentar el número de accidentes,

haciendo que su ocurrencia no sea al azar sino por causas asignables, han sido neutralizados por el SGRPL, y por tanto el número de accidentes sigue el comportamiento que teóricamente le corresponde a este tipo de variable, es decir una Poisson. O dicho de otro modo, los accidentes siguen un comportamiento aleatorio, sin una causa asignable. Hay que matizar, sin embargo, que el efecto principal de la implantación del SGRPL basado en OHSAS 18001, es en la disminución de los accidentes leves. Los graves y mortales parecen seguir un patrón aleatorio. Este es un resultado relevante para la toma de decisiones.

Este hecho, el del descenso desigual de los accidentes leves, graves y mortales, se pone en evidencia en los índices de gravedad, IG, y en los índices de gravedad acumula, IGac. Los resultados nos muestran una aceleración de descenso desigual entre los índices de incidencia y frecuencia, y los de gravedad, siendo éstos últimos más lentos. Ello es lógico dado que es de esperar que el número de días no trabajados sea superior para los accidentes graves que para los leves. Sin embargo, como no se registraban el dato de los días de baja por tipo de accidente, no podemos calcular la eficiencia del SGRPL en términos de reducción de los días no trabajados. Hemos aprendido pues, que en aras de poder tomar decisiones más eficientes, es necesario disponer de información lo más útil posible. A día de hoy, este dato, el de los días de baja por tipo de accidente, ya se registra en la compañía.

Otro aspecto destacable sobre el análisis descriptivo realizado es el tipo de estadístico considerado para las variables de estudio, habiéndonos decantado más hacia la mediana y los percentiles p25 y p75, que hacia la media, que es el tipo de estadístico más usual en los informes de siniestralidad oficiales. Entendemos que los diagramas de cajas pormenorizan estadísticos como el máximo, el mínimo, el rango intercuartílico, o los valores extremos, que en el caso de la media son imposibles de apreciar pues han quedado integrados en una cifra (el valor de la media) que puede responder a situaciones muy distintas, cosa que puede entorpecer la toma de decisiones.

La implantación de un sistema permite reducir las tasas de siniestralidad a niveles incluso inferiores de aquellos países donde la prevención de riesgos laborales es ya una realidad y los criterios legislativos son ampliamente conocidos como es el caso de España, y donde ya se disponía de un sistema de gestión de prevención de riesgos.

El proceso para su implementación en Argentina, Chile, México, EEUU (Estado de Florida) y Perú, ha constituido un proyecto considerable, descrito en el capítulo de la metodología, en el que se han asignado un número importante de recursos. Sin embargo el SGRPL se ha tratado como una caja negra, es decir, aun habiendo especificado sus componentes, no hemos registrado su comportamiento, con variables observables, medibles y evaluables, para ponerlo en relación con los resultados finales de siniestralidad, que es la razón por la cual se pone en marcha el SGPRL.

## Conclusiones

El estudio de campo realizado en 5 países (Argentina, Chile, México, EEUU (Florida) Y Perú), engloba más de 200 proyectos constructivos de una multinacional del sector de la construcción, corresponde a más de 20 millones de horas trabajadas, por una media mensual 3.500 trabajadores, durante los 48 meses entre 2009 y 2012. Del análisis de los resultados obtenidos, realizado en los apartados anteriores, se desprende que:

1. Una vez implantado el sistema de gestión, se produce un descenso del número de accidentes y de los índices de siniestralidad.
2. Los accidentes graves siguen una distribución de Poisson, por lo que se puede afirmar, que una vez implantado el sistema de gestión, los accidentes graves y mortales presentan un carácter aleatorio.

## Referencias bibliográficas

Hale, a. R., Guldenmund, F. W., van Loenhout, P. L. C. H., & Oh, J. I. H. (2010). Evaluating safety management and culture interventions to improve safety: Effective intervention strategies. *Safety Science*, 48(8), 1026–1035. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.05.006>

Hudson, P. (2007). Implementing safety culture in a major multinational *Safety Science*, 45, 697-722

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales; BOE núm. 269 de 10 de noviembre de 1995, pág. 32590 a 32611.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). Convenio 155 de la OIT, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ginebra, 1981. Artículo 4. Parte II

Podgórski, D. (2015). Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. *Safety Science*, 73, 146–166. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.11.018>

Robson, L. S., Clarke, J. a., Cullen, K., Bielecky, A., Severin, C., Bigelow, P. L., Mahood, Q. (2007). The effectiveness of occupational health and safety management system interventions: A systematic review. *Safety Science*, 45(3), 329–353. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2006.07.003>

Schwab, K., Sala-i-Martin, X., & Greenhill, R. The Global Competitiveness Report 2009-2010. World Economic Forum. Geneva, (2009). [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2009-10.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2009-10.pdf)

Schwab, K., Sala-i-Martin, X., & Greenhill, R. The Global Competitiveness Report 2010-2011. World Economic Forum. Geneva, (2010). [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2010-11.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf)

Schwab, K., Sala-i-Martin, X., & Greenhill, R. The Global Competitiveness Report 2011-2012. World Economic Forum. Geneva, (2011). [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GCR\\_Report\\_2011-12.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf)

Schwab, K., Sala-i-Martin, X., & Brende, B. The Global Competitiveness Report 2012-2013. World Economic Forum. Geneva, (2012). <http://doi.org/92-95044-35-5>

Standards, O. S. H. M., & Occupational, I. S. O. (2013). Fact Sheet For Business : Occupational Safety And Health (Osh) Management Standards

Takala, J., Hämmäläinen, P., Saarela, K. L., Yun, L. Y., Manickam, K., Jin, T. W. Lin, G. S. (2014). Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(5), 326–37. <http://doi.org/10.1080/15459624.2013.863131>

Torp, S., & Moen, B. E. (2006). The effects of occupational health and safety management on work environment and health: A prospective study. *Applied Ergonomics*, 37(6), 775–783. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.11.005>

UNE 81900:1996 EX Prevención de riesgos laborales: “Reglas generales para la implantación de un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales” (SGPRL).