

## SEGURIDAD DE MÁQUINAS: INCIDENCIA EN LAS OPERACIONES DE LA INDUSTRIA AUTOPARTISTA Y METALMECÁNICA

REY, Eduardo\*; CORTESE, Sergio

*Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo  
Paris 532 – Haedo – Buenos Aires – Argentina.  
[erey@frh.utn.edu.ar](mailto:erey@frh.utn.edu.ar)*

### RESUMEN

El tratamiento de la seguridad de máquinas en base al estricto cumplimiento de las normas internacionales creadas para tal fin tiene un impacto no solamente en los índices de accidentes laborales observados en las industrias autopartista y metalmecánica en Argentina sino que puede tener incidencia en cuestiones diversas tales como la competitividad de esas empresas.

El desarrollo de este trabajo se basa en dos dimensiones. En primer lugar, la dimensión normativa que considera el marco legal comparativo entre distintos países industrializados y nuestro país en materia de seguridad de máquinas. En segundo lugar, la dimensión de la mejora, a partir del estudio casos representativos tanto para la industria autopartista como para la metalmecánica. En ambos casos, considerando los valores de mejora del indicador utilizado como referencia: el HRN. Se ha intentado establecer las ventajas y desventajas competitivas cuando estas empresas han utilizado el esquema normativo internacional de seguridad de máquinas para sus operaciones.

Además, las motivaciones que poseen las empresas para la aplicación de las normativas de seguridad de máquinas en la industria autopartista y metalmecánica pueden ser clasificadas en 2 grupos: las endógenas que son motivaciones generadas en la propia organización y las exógenas que les son impuestas por algún orden jerárquico superior.

El trabajo presenta, también, una breve descripción de las metodologías que fueron utilizadas y las principales conclusiones alcanzadas.

**Palabras Claves:** HRN, seguridad, máquinas, regulación, metodología.

### ABSTRACT

Machine safety treatment based on strict compliance with the international standards created for this purpose has an impact not only on the rates of occupational accidents observed in the autoparts and steel industries in Argentina but can also have an impact on various issues such as the competitiveness of these companies.

This paper is based on two dimensions. Firstly, the regulatory dimension that considers the comparative legal framework between different industrialized countries and our country in terms of machine safety. Secondly, the dimension of the improvement, based on the study of representative cases for both the autoparts and steel industries. In both cases, considering the improvement values of the indicator used as a reference: the Hazzard Rating Number (HRN). It was tried to establish the competitive advantages and disadvantages when these companies have used the international machine safety regulatory scheme for their operations.

Furthermore, the motivations that companies have for the application of machine safety regulations in the autoparts and steel industry can be classified into 2 groups: the endogenous motivations that are generated in the organization itself and the exogenous motivations that are imposed on them by a higher hierarchical order.

The paper also presents a brief description of the methodologies that were used, and the main conclusions reached.

**Keywords:** HRN, safety, machines, standard, methodologies

## 1. INTRODUCCIÓN

Existen organismos, de la talla de: ISO, IEC, OSHAS, etc., que han establecido un esquema normativo robusto y metodológico para el tratamiento de los peligros y la reducción de riesgos cuando de seguridad de máquinas estamos hablando. En muchos países, que podríamos calificar de industrializados, tales como Brasil, México, Estados Unidos, Canadá y todos aquellos que forman el bloque de la Unión Europea a los que hay que sumar aquellos asiáticos tales como Japón, China e India, estas normas fueron adoptadas como de aplicación mandatoria, no dejando margen a las empresas industriales a su adopción o no para la operación en fábrica. En cambio, en Argentina – que también podríamos incluir en ese grupo de países industrializados – los mencionados esquemas normativos no son de aplicación mandatoria.

Consideramos que esta situación dispar, coloca a las empresas de los sectores bajo estudio en una situación desventajosa y, del mismo modo, sube la calificación de riesgo como país apto para recibir inversiones extranjeras provenientes de los países que sí poseen la adopción regulatoria del esquema normativo de seguridad de máquinas.

En este informe, nos referiremos a las experiencias llevadas a cabo dentro del sector Autopartista y del sector Metalmeccánico, teniendo como referencia 2 casos de estudio que se encuentran situados en Provincia de Buenos Aires y en Provincia de Santa Fe.

Analizaremos 2 dimensiones de estudio.

Dentro de la primera dimensión de estudio, trataremos cómo diferentes países consideran los aspectos normativos y la adopción (o no) de normas internacionales.

En la segunda dimensión de estudio, se analizan los resultados obtenidos en los índices de riesgo en máquinas cuando se adoptan y aplican esas normas de seguridad de máquinas en sus plantas productivas. A partir de esos datos, establecer si, efectivamente, se evidenció algún tipo de mejora. Además, consideraremos si esta aplicación de normas de seguridad de máquinas se llevó a cabo de forma voluntaria o por mandato corporativo y cómo esto puede ser analizado a la luz de desarrollar alguna ventaja competitiva.

## 2. LA ESTRUCTURA NORMATIVA PARA LA SEGURIDAD DE MÁQUINAS

En el ámbito internacional, la comunidad industrial del ámbito autopartista y metalmeccánica cuenta con una estructura normativa que les permiten obtener rápidamente conclusiones precisas sobre el riesgo que poseen cada una de las máquinas que operan en sus plantas industriales.

Una estructura normativa es un esquema que divide a las normas en 3 tipos: A, B y C

1. Tipo A: son las normas generales que aplican tanto para máquinas como para procesos industriales. Preceden a las normas tipo B y C las cuales se nutren de este tipo de normas para su definición
2. Tipo B: son normas que establecen principios de diseño de funciones generales que aplican a toda máquina o proceso. Pueden dividirse en 2 subtipos:
  - a. B1: generales de aplicación para todas las máquinas o procesos (ejemplo: distancias de seguridad)
  - b. B2: específicas para el diseño de elementos de uso común (ejemplo: paradas de emergencia)
3. Tipo C: son normas específicas por tipo de máquinas o procesos (ejemplo: robots, prensas)

Algunas de ellas son la que se encuentran listadas en la Tabla 5 del Anexo I de este informe.

Estas normas, que forman la estructura documental de seguridad de máquinas, permiten diseñar una estrategia adecuada para reducir los riesgos de accidentes en las máquinas industriales. También se ha incluido una metodología para la determinación del riesgo: el método Hazard Rating Number (HRN) que, aunque no forma parte de la estructura normativa precedente, se ha mostrado como relevante a la hora de conceptualizar la forma de obtener un valor de riesgo adecuado asociado a los peligros existentes en las máquinas.

En el ámbito de la industria autopartista y metalmeccánica en Argentina, existe un conocimiento limitado de las necesidades que existen para mejorar o, incluso, implementar desde cero, algún sistema documental y dispositivos específicos para prevenir o mitigar la ocurrencia de un evento que conlleve un daño físico para operadores de máquinas.

Ese desconocimiento eleva aún más los riesgos asociados ya que no se comprende en su totalidad la problemática que se plantea a la hora de implementar un nuevo dispositivo de seguridad o, incluso, la reparación de los existentes cuando ello implica utilizar otros componentes que los estrictamente especificados por los fabricantes de máquinas. Esto último, en situaciones donde el acceso a componentes importados es limitado, podría ser causal de la parada de la máquina y, por consecuencia, de toda la cadena productiva en donde ese proceso participe.

Muchas veces, los sistemas de seguridad son lo suficientemente complejos como para desalentar cualquier intervención sobre ellos, por ejemplo, para mantenimiento o modificación cuando corresponde ya que, por su propio y natural ciclo de vida, tienden a la obsolescencia.

El tratamiento de la seguridad en las máquinas, a partir del alineamiento con las normas internacionales respectivas, ha demostrado que la seguridad en las máquinas puede dejar de ser una “caja negra” a la cual pocos acceden.

### 3. SITUACIÓN DE APLICABILIDAD LEGAL DE NORMAS

Basados en la estructura normativa ya presentada, los países con marcada actividad industrial han preferido armar sus reglamentaciones copiando o estipulando requisitos similares a los estudiados por organizaciones tales como ISO o IEC que han perfeccionado sus disposiciones declarativas al abrigo del aporte de expertos provenientes de los mismos países que adoptaron sus criterios.

De esta forma, existe una clara violación legal de las empresas que operan maquinaria en los países que tienen establecido la obligatoriedad de cumplimiento normativo cuando sus máquinas no se encuentran certificadas según esas normas locales.

Presentamos el siguiente detalle de aplicación en distintos países:

#### 3.1 Unión Europea (UE)

La Unión Europea ha establecido en el año 2006 la Directiva de Máquinas de la Unión Europea.

Esta directiva es una de las normativas de la UE que deben cumplirse para obtener el marcado Certificación Europea (CE), el cual es un requisito legal para todos los productos vendidos en la Unión Europea. Al obtener el marcado CE, se demuestra que se han cumplido los requisitos mínimos de todas las directivas aplicables.

La Directiva 2006/42/CE establece los requisitos de salud y seguridad relevantes para garantizar un uso seguro de cualquier maquinaria industrial. Divide los productos en dos categorías principales: los incluidos en el Anexo IV y los demás. Aquellos que pertenecen a la primera categoría deben obtener obligatoriamente la certificación (examen CE de tipo) de un organismo acreditado

Las máquinas se encuentran fuera del Anexo IV y sus fabricantes (o importadores) deben realizar un proceso de “auto – certificación” que es, generalmente, asistido por organismos acreditados, de idéntica forma a los productos que sí están incluidos en el Anexo IV.

Existe un proceso de armonización de la Directiva para cada país europeo. En España, por ejemplo, la directiva de máquinas se transpone mediante el Real Decreto 1644/2008, el cual establece las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Es importante destacar que cualquier modificación substancial realizada en un equipo con marcado CE convierte inmediatamente al usuario en fabricante, sin que esta sea su actividad principal, y libera al fabricante original de sus responsabilidades. Por lo tanto, es fundamental adaptar completamente el equipo al entorno de trabajo, lo que a menudo implica realizar cambios en el mismo.

Por supuesto, huelga mencionar que la Directiva 2006/42/CE fue, precisamente, la base para el desarrollo de la norma ISO 12100 que, claramente, se presenta como la norma madre que dicta los fundamentos para la seguridad de máquinas. Por lo tanto, es esta Norma la que motiva e inspira a la Directiva y el cumplimiento de una es el cumplimiento de la otra.

#### 3.2 Estados Unidos (EE.UU.)

Se deben cumplimentar los requisitos de las disposiciones reglamentarias impuestas por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y que, a su vez, la American National Standards Institute (ANSI) dio marco a partir de la adaptación de las normas ISO 12100 (ISO 12100:2012, 2012) y sus relacionadas, para toda empresa que opere máquinas industriales en el territorio de EE.UU.

OSHA es responsable de la seguridad y la salud en el puesto de trabajo. Los requisitos definidos por la OSHA son vinculantes para las empresas y los operadores de máquinas en EE.UU. El cumplimiento

de las disposiciones se verifica mediante inspecciones periódicas a las plantas en lo referido a las normas ANSI y, en particular, a la NFPA 79 Electrical Standard de maquinaria industrial.

La OSHA exige, además, que las máquinas estén homologadas por los NRTL (Nationally Recognized Testing Laboratory). Los NRTL son centros de pruebas reconocidos oficialmente por la OSHA. Se encargan de evaluar, someter a ensayo y certificar los productos que se utilizarán en máquinas destinadas a EE.UU. A través de un número de registro publicado en Internet, los NRTL confirman que el producto solicitado está homologado y que puede (y debe) llevar el marcado correspondiente (por ejemplo, distintivo UL o TÜV).

### 3.3 Canadá

El Consejo de Normalización de Canadá, (Standards Council of Canada – SCC) determinó que el CSA Group dictamina las Normas de aplicación obligatoria para las industrias que operen en Canadá. Estas normas son, finalmente, armonizaciones de las normas ANSI y que, por consiguiente, también tienen su base en la serie ISO 12100 para seguridad de máquinas cuyo equivalente es la norma CAN/CSA C22.2 N° 73.

El proceso de certificación es, entonces, muy similar al aplicado en EE.UU. para la certificación de las normas ANSI y NFPA 79 que aplican a la seguridad de máquinas.

### 3.4 México

En México, cualquier empresa industrial debe respetar los requisitos impuestos en su Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo, establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

Ella es, nuevamente, una adaptación de las normas ANSI de los EE.UU. y, por lo tanto, una adopción de las normas internacionales ISO 12100 para seguridad de máquinas.

La mencionada NOM es muy explícita a la hora de definir las obligaciones de la empresa en lo referente a la seguridad de máquinas, entre las que se detallan:

- mostrar a la autoridad laboral, cuando así lo solicite, los documentos que la norma le obligue a elaborar;
- elaborar un estudio para analizar el riesgo potencial generado por la maquinaria y equipo en el que se debe hacer un inventario de todos los factores y condiciones peligrosas que afecten a la salud del trabajador; la elaboración de un estudio de riesgo potencial donde se analizará:
  - a) las partes en movimiento, generación de calor y electricidad estática de la maquinaria y equipo;
  - b) las superficies cortantes, proyección y calentamiento de la materia prima, subproducto y producto terminado;
  - c) el manejo y condiciones de la herramienta.
- Además, se establece que para todo riesgo que se haya detectado, se debe determinar:
  - a) el tipo de daño;
  - b) la gravedad del daño;
  - c) la probabilidad de ocurrencia.
- En base al estudio para analizar el riesgo potencial, la empresa debe: elaborar el Programa Específico de Seguridad e Higiene para la Operación y Mantenimiento de la Maquinaria y Equipo, darlo a conocer a los trabajadores y asegurarse de su cumplimiento.

### 3.5 Brasil

La maquinaria utilizada en los centros industriales de Brasil debe estar conforme con la normativa NR-12 y disponer de una anotación de responsabilidad técnica ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) previa a su utilización. Esto último, es el documento de certificación de la aptitud de la máquina para cumplimentar la mencionada NR-12 (NR-12, 1978)

Siendo que Brasil es uno de los mercados estratégicos para la producción de maquinaria y, con el objetivo de llevar a cabo su exportación a mercados de alta exigencia, como son los EE.UU. o la Unión Europea, es necesario evidenciar la conformidad de estos bienes en el ámbito documental y de certificación según las normas más difundidas y aceptadas a nivel internacional. Por eso la maquinaria y los equipos de uso industrial destinados al mercado brasileño o que se produzcan para la exportación deben respetar los requisitos técnicos en materia de seguridad establecidos dentro de la Norma Regulatoria NR-12: seguridad en el trabajo de máquinas y equipamientos para la prevención de incidentes en el lugar de trabajo y que es un fiel reflejo de las normas ISO 12100: Seguridad de máquinas: principios generales de diseño, evaluación y reducción de riesgos (ISO 12100:2012, 2012) y la ISO 13849: Seguridad de máquinas: Sistemas de mandos relativos a la seguridad (ISO 13849:2015, 2010)

Los expertos que extienden los certificados en Brasil según NR-12 para los servicios de verificación de la conformidad de la maquinaria antes de su puesta en marcha son profesionales técnicos habilitados por el Consejo Regional de Ingeniería, Agricultura y Agronomía brasileño (CREA) que emitirá la Anotación de Responsabilidad Técnica (ART, Anotação de Responsabilidade Técnica).

El proceso de certificación establece una serie de fases a cumplimentar.

Si la maquinaria se produce dentro de Brasil, se realiza una inspección técnica previa en el centro de fabricación de la propia maquinaria con el objetivo de evaluar su conformidad de acuerdo con lo previamente analizado durante la fase de auditoría de diseño y documental según la NR-12.

En la fase final se realiza una inspección técnica en el emplazamiento donde la maquinaria será instalada por parte del técnico habilitado por CREA con el objetivo de emitir la Anotación de Responsabilidad Técnica – ART, la cual es obligatoria para la puesta en funcionamiento del equipo.

### 3.6 Japón

La ley japonesa de protección de la salud y seguridad en el trabajo establece que las máquinas peligrosas y máquinas que se utilicen en entornos peligrosos deben estar equipadas con las oportunas medidas de protección especificadas por el ministerio nacional. Esto incluye, por ejemplo, trituradoras de caucho, prensas, aparatos de protección contra sobrecarga para grúas, sierras en la transformación de la madera o componentes eléctricos en zonas con atmósfera potencialmente explosiva. Para algunas máquinas se exige una autorización del ministerio nacional antes de la fabricación o utilización. Esta categoría comprende calderas, grúas, recipientes a presión o ascensores.

El reglamento sobre protección en el trabajo exige como "Best Effort" que los fabricantes de máquinas incluyan información sobre riesgos relacionados con el uso de la máquina y que cada empresario/usuario de una máquina realice una evaluación de riesgos. Esto es un proceso similar al marcado CE de la Unión Europea.

La Japanese Industrial Safety & Health Association (JISHA) fomenta, sobre todo, la introducción de evaluaciones de riesgos y sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo en Japón. Las normativas legales japonesas obligan a cada empresario/usuario de una máquina a garantizar las oportunas medidas de protección en el trabajo. Los trabajadores están obligados a colaborar con sus empresarios en la implementación de las medidas pertinentes.

El método de la evaluación de riesgos está establecido en normas japonesas (Japanese Industrial Standards, JIS) que se han armonizado con normativas internacionales. Una vez más, adoptando la ISO 12100 como la norma a armonizar.

### 3.7 China

China ha introducido la denominada certificación CCC. De forma similar a Japón, existe una obligación de certificación para productos técnicos a cargo de una oficina de certificación nacional.

Por otra parte, se realizan visitas a las fábricas. Si un equipo técnico aparece en el catálogo de productos, dividido en 19 categorías, existe la obligación de certificarlo.

En caso contrario deberá acompañarse de una versión de "declaración de no objeción" de una oficina de certificación nacional.

Pero, en ambos casos, en lo referente a maquinarias de uso industrial, el certificado es una exigencia que está supervisada por el Estado quien verifica de manera estricta la observancia del cumplimiento normativo.

### 3.8 Argentina

La República Argentina se ha destacado en el pasado por tener un desarrollo industrial muy avanzado que le permitió destacarse del resto de las naciones en vías de industrialización donde, incluso, se comenzaron actividades de forma pionera; por ejemplo: la industria aeronáutica allá por los finales de la década del 40, que hicieron del país un actor principal en la mesa de discusión de los desarrollos tecnológicos y en los lineamientos normativos de diversos ejes de discusión. Sin embargo, no es el caso en el ámbito de las normas internacionales de seguridad de máquinas, tales como la ya mencionada ISO 12100. Su aplicación no está ni regulada ni recomendada desde las instancias institucionales del Estado.

Sin embargo, existe un esbozo legislativo que intentó equiparar a la Argentina con el resto del mundo industrial. Efectivamente, la Ley Higiene y Seguridad en el Trabajo No. 19.587 reglamentada por el Decreto 351/79, establece en el capítulo 15 el marco jurídico a tener en cuenta sobre las máquinas y herramientas. Sin embargo, este marco no define los medios para su cumplimiento reglamentario (norma). Así por ejemplo el artículo 103 establece: “Las máquinas y herramientas usadas en los establecimientos, deberán ser seguras y en caso de que originen riesgos, no podrán emplearse sin la protección adecuada”, se orienta a mitigar el riesgo de un equipo mediante una protección, pero no se definen conceptos, procedimientos o métodos sobre la gestión de riesgo y, mucho menos, a cómo se valida todo lo actuado.

En lo normativo (no obligatorio) existe una norma: IRAM 3578 emitida el 02/10/1989 y que no fue revisada desde entonces, cuyo título es “Protecciones de seguridad en maquinarias”. Trata sólo una parte del problema: los riesgos mecánicos en las máquinas de uso industrial, dejando de lado el resto de los riesgos que pueden afectar a una persona operando un equipo de producción como, por ejemplo, los eléctricos, los térmicos, los químicos, los de radiación, etc.

Mencionamos, sin embargo, como una rara excepción, a la Resolución 316/2017 que ha declarado a la norma IRAM 3574: “Protecciones de seguridad en maquinarias. Máquinas de moldeo por inyección para material plástico y caucho”, como de cumplimiento mandatorio, dejando fuera de esta lógica al resto de las máquinas desprotegiendo, por ende, al resto de las industrias.

Sin duda, la existencia de estas normas de aplicación mandatoria no deja de ser un indicador clave para las principales corporaciones industriales a la hora de evaluar cuál país brinda un desarrollo industrial más avanzado y, consecuentemente, decidir el destino de sus inversiones fuera de sus países de origen.

## 4. ANÁLISIS DE DATOS

Podemos afirmar que existe, necesariamente, una fuerte correlación entre las tasas de accidentes en empresas autopartista y/o metalmecánicas y la falta de regulaciones de cumplimiento mandatorio en nuestro país.

Para la búsqueda de datos hemos utilizado datos provenientes de diversos informes publicados por la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (SRT) y, particularmente, focalizado en aquellos correspondientes a grupo 291000: fabricación de vehículos automotores, según el CIIU – Código Industrial Internacional Uniforme (SRT, 2021)

Según el observatorio de la misma Superintendencia de Riesgo de Trabajo, y como muestran las figuras 1 y 2, en el año 2021 de los 313.145 siniestros por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales totales (Siniestros AT y EP totales), 1.158 siniestros AT y EP corresponden al CIIU 291000. Por otro lado, el Índice de Incidencia AT y EP total fue de 34,5 mientras que, por arriba de esa media, se encuentra el Índice de Incidencia AT y EP del CIIU 291000 con un valor de 42,7 lo que representa casi un 24% de incremento, confirmando por la vía estadística lo que habíamos enunciado en el primer párrafo: nos encontramos ante un tipo de industria con una peligrosidad superior al promedio de las otras actividades industriales de la Argentina y parece menester imponer regulaciones legales para lograr reducir esos índices de accidentabilidad.

Algunas conclusiones de los informes publicados afirman que:

- En 2021 la incidencia AT/EP en el sector automotriz es de 42,7 trabajadores cada mil cubiertos y no se registró ningún fallecimiento derivado de un accidente de trabajo.
- El grupo más afectado por los accidentes laborales son los varones de 25 a 34 años y la edad promedio de los accidentados es 33,8 años.
- Provincia de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, concentran el 98,4% de los trabajadores cubiertos del sector y el 98,1% de los accidentes de trabajo.

- Casi dos tercios de los accidentes suceden entre 1 a 4 años de antigüedad, no existiendo diferencias significativas en cuanto al sexo y la provincia.
- Derivado del tipo de tareas que se llevan a cabo en este sector, las dos principales formas de ocurrencia de accidentes son las pisadas, golpes o choques con objetos (37,3%) y los esfuerzos excesivos (12,7%).
- Si se lograra reducir a la mitad estas dos formas de ocurrencia, el índice de incidencia AT/EP del sector automotriz en las tres provincias con mayor cobertura, bajaría de 42,7 a 30 accidentes cada mil trabajadores cubiertos.
- La principal zona del cuerpo afectada por los accidentes son los miembros superiores (49,8%) y la segunda es la cabeza (21,9%).
- El 43,2% de los accidentados padeció diferentes tipos de contusiones y heridas cortantes. El 34,9% tuvo un diagnóstico de traumatismo de la muñeca o de la mano.
- El sector tiene un poco más de un tercio de baja laboral por accidentes que el conjunto del Sistema de Riesgos del Trabajo (26,4 días y 32,8 días, respectivamente). El 9% de los trabajadores quedó imposibilitado de trabajar más de dos meses.
- Mientras que en el total del sistema el 10,2% de los trabajadores accidentados queda con algún grado de incapacidad, en el sector automotriz el porcentaje asciende al 13,1% y el grado de incapacidad es en promedio, 5,8%.

## 5. LA APLICACIÓN DE LAS NORMATIVAS DE SEGURIDAD DE MÁQUINAS EN LA INDUSTRIA AUTOPARTISTA Y METALMECÁNICA

A partir de la descripción que hemos desarrollado sobre los aspectos normativos relacionados con la seguridad de máquinas, queda claro que las empresas no están obligadas dentro del ámbito nacional a efectuar certificaciones de máquinas (salvo la excepción presentada para la norma IRAM 3574).

Cabe preguntarnos, entonces, cuál es la motivación que tienen las empresas para llevar a cabo el proceso de certificación de sus máquinas y procesos según las normas internacionales, a pesar de no existir obligatoriedad en Argentina para tal requisito.

La respuesta que siempre encontraremos es, por supuesto, la reducción / eliminación de los accidentes que ocurren en planta. Y, claramente, esta es una motivación interna o, que podríamos llamar, “endógena”.

Sin embargo, subyacen otras, menos formales, mucho más pragmáticas y que, en muchos casos, refiere a una disciplina corporativa que deben cumplir muchas de estas empresas. Efectivamente, detrás del noble y justo objetivo de que el personal que colabora en los logros económicos de la empresa no se vea afectado por accidentes en los medios de producción que la empresa pone a disposición para alcanzar las metas de producción, existen otros tales como: el mandato de la Casa Matriz que se encuentra, ella sí, obligada por las normas que sí son obligatorias en sus países de origen; lograr el reconocimiento de ciertos mercados que sólo aceptan productos provenientes de plantas cuyas tasas de accidentes sea cercana a cero; la obtención de un bonus de recompensación salarial atado a los objetivos de “cero accidentes” en planta...y podríamos agregar más. A estas motivaciones las podríamos denominar “exógenas”

¿Son, comparativamente, las motivaciones endógenas las que prevalecen sobre las exógenas? La respuesta es negativa. Las causas de tal desbalanceo son, siempre, de carácter económico debido al costo que implica la realización de los informes de análisis de riesgos y, en mayor proporción, la implementación de las acciones correctivas, tanto sean las preventivas como las de mitigación para la reducción de los riesgos relevados. A veces hay causas que, sin embargo, se pueden asociar al desconocimiento formal de lo que implica el cumplimiento de los requisitos de una norma internacional y el supuesto de que ese proceso es excesivamente largo y complicado.

Entonces, si prevalecen las causas exógenas, nos encontramos con una paradoja de empleabilidad:

- O la estructura legal Argentina permite el funcionamiento de empresas industriales sin la obligatoriedad de aplicar a las certificaciones de seguridad para sus máquinas y procesos, esperando con esto un aumento en la cantidad de empresas en actividad (por menores exigencias de habilitación legal) disminuyendo los índices de desempleo pero aumentando significativamente (como fuera expuesto según las últimas estadísticas, al menos, para los sectores autopartista y metalmeccánico) las probabilidades de ocurrencia de accidentes y

generando, con esto, empresas de “segunda” donde los potenciales empleados no deseen participar por su alta riesgosisdad

- O, por el contrario, se alinea con el resto de los países industrializados haciendo obligatoria la operación industrial con máquinas y procesos que se encuentren certificados por las normas internacionales, mejorando la calidad de los empleos ofrecidos, pero, al menos en un primer tiempo, disminuyendo la oferta laboral por una disminución de la cantidad de empresas habilitadas a operar aumentando, por consiguiente, los índices de desempleo.

Es de destacar que, a pesar de la falta de regulaciones que nivelen la balanza en lo referido a la seguridad de máquinas, las empresas que ya las aplican, voluntariamente o por “mandato” corporativo, se presentan como lugares de empleo de más alta calidad y, por lo tanto, destino preferido de los profesionales que puedan acceder a sus ofertas laborales, en detrimento de las empresas que no las aplican conformándose una espiral descendente porque la gente menos capacitada se emplea en lugares de mayor índice de riesgo que, combinados, generan un aumento en los casos de accidentes por errores en la operación de sus máquinas.

## 6. EL MÉTODO DEL ÍNDICE HRN (Hazard Rating Number)

Muchas organizaciones especializadas en seguridad de máquinas y procesos han adoptado para la realización de sus evaluaciones y análisis de riesgos en máquinas, una metodología bastante difundida en los sectores industriales: el **ÍNDICE HRN (Hazard Rating Number)**

Dicha metodología fue presentada en el año 1990 por el especialista Chris Steel bajo el título de “Risk Estimation” en la revista especializada “Safety Health Practitioner”. (Steel, 1990)

Según establece la Norma ISO 31000:2018 (ISO 31000:2018, 2018), se define “riesgo” como: el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos, siendo que un efecto es una desviación respecto a lo previsto (puede ser positivo, negativo o ambos, y puede abordar, crear o resultar en oportunidades y amenazas) y los objetivos pueden tener diferentes aspectos y categorías, y se pueden aplicar a diferentes niveles.

Del mismo modo se define a la “gestión del riesgo” como las actividades coordinadas para dirigir y controlar la organización con relación al riesgo. En lo que respecta a la definición de “fuente de riesgo”: elemento que, por sí solo o en combinación con otros, tiene el potencial de generar riesgo, consideramos que es la definición de “peligro”.

Siempre en la misma norma, se define al “evento” como toda ocurrencia o cambio de un conjunto particular de circunstancias. Un evento puede tener una o más ocurrencias y puede tener varias causas y varias consecuencias. Un evento también puede ser algo previsto que no llega a ocurrir, o algo no previsto que ocurre. De hecho, un evento puede ser una fuente de riesgo.

Consideramos necesario evocar las definiciones específicas que otorga la norma para “consecuencia” y “control”.

Define, entonces, a “consecuencia” como el resultado de un evento que afecta a los objetivos. Puede ser cierta o incierta y puede tener efectos positivos o negativos, directos o indirectos sobre los objetivos. Se pueden expresar de manera cualitativa o cuantitativa. Cualquier consecuencia puede incrementarse por efectos en cascada y efectos acumulativos.

Finalmente, “control” es la medida que mantiene y/o modifica un riesgo. Los controles incluyen, pero no se limitan a cualquier proceso, política, dispositivo, práctica u otras condiciones y/o acciones que mantengan y/o modifiquen un riesgo y no siempre pueden producir el efecto de modificación previsto o asumido.

Adicionalmente a la definición ya vertida, proveniente de la norma ISO 31000:2018, y a los efectos prácticos de este informe, podríamos también definir riesgo como la probabilidad de que un “peligro” proveniente de una máquina produzca un daño a una persona que tenga algún tipo de interacción con la mencionada maquinaria.

Siempre según la norma ISO 31000:2018, el análisis del riesgo debería considerar factores tales como:

- la probabilidad de los eventos y de sus consecuencias;
- la naturaleza y la magnitud de las consecuencias;
- la complejidad y la interconexión;
- los factores relacionados con el tiempo y la volatilidad;
- la eficacia de los controles existentes;

- los niveles de sensibilidad y de confianza.

Definamos al nivel de riesgo como el producto algebraico entre un valor que representa la gravedad del daño que potencialmente puede causar un peligro y la probabilidad de que dicho daño ocurra.

$$R = G \cdot P$$

Siendo:

R: Nivel de riesgo. Puede ser el inicial o el residual

G: Gravedad del daño potencial

P: Probabilidad de ocurrencia del daño

Básicamente, el índice HRN surge de la multiplicación de 4 (cuatro) factores que deben ser evaluados en cada interacción peligro/operador para determinar el riesgo al que se enfrenta el/los sujeto/s afectados por cada peligro:

$$HRN = DPH \cdot LO \cdot FE \cdot NP$$

Donde cada uno se define y alcanza alguno de los siguientes valores:

Tabla 1: DPH - daño por riesgo (gravedad)

DPH	daño por el riesgo
0,1	Rasguño / Moretón
0,5	Quemadura / Corte / Enfermedad corto plazo
1	Rotura menor de hueso de dedo, mano o pie
2	Rotura mayor de hueso de dedo, mano o pie
4	Pérdida de 1 o 2 dedos
8	Amputación pierna / mano. Pérdida auditiva o visual parcial
15	Muerte

Tabla 2: LO - probabilidad de ocurrencia

LO	probabilidad de ocurrencia
0,03	Imposible. No puede pasar bajo ninguna circunstancia
0,1	Casi improbable. Sólo es posible bajo circunstancias extremas.
0,5	Es muy improbable. Aunque concebible
1	Improbable. Pero podría ocurrir
2	Posible. Pero inusual
5	Hay posibilidades. Puede pasar
8	Probable. No sorpresivo
10	Probablemente. Se puede esperar que ocurra
15	Cierto. Indudable

Tabla 3: FE - Frecuencia de exposición

FE	frecuencia de exposición
0	Infrecuentemente
0	Anualmente
1	Mensualmente
2	Semanalmente
3	Diario
4	Por hora
5	En cada ciclo. Constante

Tabla 4: NP - Personas en peligro

NP	personas en peligro
1	de 1 a 2
2	de 3 a 7
4	de 8 a 15
8	de 16 a 50
12	más de 50

Conceptualmente, se pueden clasificar los factores como sigue:

- El DPH es el valor que se asigna a la Gravedad (G) del nivel de riesgo

- El producto entre la probabilidad de ocurrencia (LO), la frecuencia de exposición (FE) y la cantidad de personas expuestas al peligro (NP) es que se asigna a la Probabilidad (P) del nivel de riesgo. En particular, resaltamos este término ya que resulta ser una novedad de esta metodología HRN a la hora de detallar el análisis en lo que refiere a la Probabilidad (P).

Finalmente, en función de los valores obtenidos por el cálculo HRN, se clasifican los riesgos según la siguiente escala y sus acciones esperadas, basados en la criticidad, o sea, en la definición de manera sistemática de llevar a cabo acciones (de mitigación o de prevención) que permitan reducir el valor HRN a niveles que ya no requieran acciones adicionales:

- $HRN < 2$  “Despreciable”. No es necesario la implementación de medidas de reducción de riesgo adicionales
- $2 \leq HRN < 6$  “Muy Bajo”. No es necesario la implementación de medidas de reducción de riesgo adicionales
- $6 \leq HRN < 16$  “Bajo”. No es necesario la implementación de medidas de reducción de riesgo adicionales
- $16 \leq HRN < 51$  “Significante”. Implementar acciones de reducción de riesgo dentro del año
- $51 \leq HRN < 101$  “Alto”. Implementar acciones de reducción de riesgo dentro de los 3 meses
- $101 \leq HRN < 501$  “Muy Alto”. Implementar acciones de reducción de riesgo dentro del mes
- $HRN \geq 501$  “EXTREMO”. Implementar acciones de reducción de riesgo de manera inmediata

## 7. INCIDENCIA DE LAS NORMATIVAS DE SEGURIDAD DE MÁQUINAS EN LA MEJORA DE LOS ÍNDICES DE SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA AUTOPARTISTA Y METALMECÁNICA

Para llevar a cabo este estudio, se contó con la colaboración de la Empresa AVEC ING (en adelante AVEC) que proporcionó información sobre un caso testigo por cada sector tratado en este documento, permitiendo de este modo, modelizar las variaciones en los índices de riesgo HRN en función de la aplicación de las normas de seguridad de máquinas, anteriormente detalladas.

AVEC, se especializa en la realización de informes de análisis de riesgo y está acreditada para extender los certificados de seguridad en máquinas según los registros CMSE® Certified Machinery Safety Expert (TÜV Nord) Cert. Nro. 44 506 19 002069 1419 y Cert. Nro. 44 506 19 002069 1421

Los casos se nombrarán como:

- Empresa “A”: autopartista
- Empresa “M”: metalmecánica

En ambos casos, los nombres no son reales por los acuerdos de confidencialidad firmados por AVEC con sus respectivos clientes.

### 7.1 CASO Empresa “A”

La Empresa “A” es una empresa de origen europeo dedicada a la fabricación de autopartes por estampado y soldadura y cuyas principales plantas se encuentran en la zona norte del Gran Buenos Aires y en Córdoba

La Empresa “A” adopta un indicador propio de seguridad operacional que se denomina: GHSI (Reservado Health and Safety Indicator). Este indicador, impuesto por su casa matriz en Europa, se nutre principalmente de los valores HRN que surgen de los análisis de riesgos relevados en planta y que, a su vez, conforman un check list específico que permite hacer un comparativo interplantas. La continuidad operacional del sitio de producción depende de la obtención de valores mínimos del índice GHSI, por debajo del cual la decisión corporativa podría ser la del cierre de la Planta en cuestión.

En un principio, se comenzó comparando los índices de accidentes entre las plantas, pero esa información no representaba la realidad. Era difícil comparar las plantas debido principalmente a:

- Diferentes normativas legales dependiendo del país
- Grandes diferencias culturales

Por tanto, en el año 2006 un equipo corporativo de la Empresa “A” creó el GHSI para todas sus plantas, con el objetivo de poder evaluarlas todas usando el mismo criterio.

Las funcionalidades principales de este indicador son:

- Evaluar el desempeño de seguridad de las plantas con precisión, en función de cómo están gestionadas y las propias condiciones de los centros de trabajo mediante auditorías y revisiones periódicas.
- Ser el estándar de seguridad del grupo empresario, que todo el personal conoce y les permite comparar todas las plantas en igualdad de condiciones.
- Acumular el conocimiento adquirido a lo largo de los años y utilizarlo para detectar puntos de mejora de manera detallada.
- Colaboración con otros departamentos corporativos para que la seguridad y salud sea un punto más a tener en cuenta en nuevos proyectos: diseño de lay-outs, compra de maquinaria e instalaciones, formación, políticas corporativas.

El indicador GHSI combina la puntuación asignada a tres índices: el índice de frecuencia, el índice de gravedad y un baremo de jornadas perdidas en función del tipo de daño.

Es un sistema de auditoría por demérito, donde los puntajes que se asignan a cada uno de los índices pueden ser: 0 (mejor evaluación), 1 (evaluación buena), 2 (evaluación regular), 3 (evaluación mala)

La evaluación se realiza para cada riesgo tipificado y de manera independiente, quedando el GHSI para ese ítem específico como el valor más alto de cualquiera de los tres índices analizados.

Para lograr los objetivos corporativos, AVEC propone a la Empresa “A” hacer uso de la metodología HRN y fusionarla con los criterios preestablecidos de la grilla de evaluación. Esto dio como resultado:

- # de líneas y máquinas analizadas: 36
- # de riesgos analizados: 1.617
- HRN promedio inicial: 79,6
- HRN promedio residual: 2,1

A tener en cuenta que el HRN promedio inicial es el valor que surge del estado de situación al momento de llevarse a cabo los análisis y que, análogamente, el HRN promedio residual es el valor de la situación si se llevasen a cabo todas las recomendaciones emanadas del informe.

Los principales riesgos evaluados fueron los siguientes:

- Atrapamiento de miembros superiores
- Aplastamiento de miembros superiores e inferiores
- Caídas por desniveles o superficies resbaladizas
- Cortes por elementos punzantes y cortantes
- Proyección de partículas incandescentes
- Interacción con equipos móviles

Asociados a esos riesgos se propusieron acciones de las cuales presentamos los siguientes ejemplos:

- Limitar el acceso utilizando bloqueo de puertas.
- Uso de válvulas antirretorno en prensas hidráulicas y neumáticas.
- Uso de barreras inmateriales instaladas a la distancia adecuada de la zona de peligro
- Demarcación de la zona de actuación del elemento de peligro
- Control de acceso. Utilización de la metodología LOTO (Lock Out Tag Out)
- Eliminación de desniveles. Demarcación con señales de advertencia.
- Eliminación de las superficies resbaladizas. Uso de calzado antideslizante
- Redondear los bordes y aristas cortantes. Eliminar salientes
- Mantener distancia de seguridad de los vehículos rodantes y grúas.
- Uso de señales de advertencia lumínicas y sonoras
- Instalar protecciones fijas plenas.
- Uso de EPP (Elementos de Protección Personal)
- Protecciones fijas para la contención de las partículas incandescentes

## 7.2 CASO Empresa “M”

Empresa “M” es una empresa metalmecánica argentina radicada en la ciudad de Rosario, dedicada a la concepción, diseño y fabricación de máquinas y dispositivos para diferentes tipos de industrias.

A diferencia del caso anterior donde el tipo de producción es seriada, la producción en Empresa “M” se lleva a cabo de forma unitaria y por proyecto.

La principal fuente de motivación para la aplicación de las normas de seguridad, en este caso, vino dada por la ventaja competitiva que representaba ofrecer diseños que pudieran estar certificados según las normas de los países de destino lo que, junto con una estructura de costos muy competitiva, presentaba un interesante abanico de posibilidades en los mercados internacionales.

En efecto, la aplicación de los principios y lineamientos normativos que emanan de, por ejemplo, la norma ISO 12100 fueron utilizados por la empresa como una marca de distinción a la hora de presentar los diseños a sus clientes, muchos de ellos empresas corporativas que, como ya fue explicado, requieren que los equipos a ser utilizados en sus plantas productivas sean certificables o, mejor aún, ya se encuentren certificadas por algún ente autorizante.

En este caso AVEC proveyó la asistencia necesaria en las etapas tempranas de concepción y diseño de máquinas, así como también los correspondientes informes de análisis de riesgo tanto en la fase de producción en planta Rosario como en la fase de comisionado en las fábricas de sus clientes.

Este proceso de interacción entre los evaluadores expertos de AVEC y la oficina de diseño de la Empresa “M”, dio a estos últimos la posibilidad de desarrollar las competencias referidas al diseño orientado a la seguridad en los proyectos futuros. Esto redundó en una fuerte reducción de costos por la mejor amortización de la ingeniería de desarrollo a partir de la modularización seriada de soluciones que reúnen los requisitos mínimos regulatorios en lo referido a seguridad de máquinas.

Del mismo modo que con la Empresa “A”, la empresa AVEC llevo a cabo con la Empresa “M” proyectos que tuvieron las siguientes cifras totales:

- # de líneas y máquinas analizadas: 10
- # de riesgos analizados: 447
- HRN promedio inicial: 27,5
- HRN promedio residual: 1,6

Los principales riesgos evaluados, en este caso, fueron los siguientes:

- Atrapamiento de miembros superiores
- Cortes por elementos punzantes y cortantes
- Proyección de partículas incandescentes
- Fatiga muscular acelerada. Problemas musculoesqueléticos

Las acciones propuestas para estos riesgos son, en su gran mayoría, similares a los del caso anterior, aunque destacamos las siguientes que fueron específicas para Empresa “M”:

- Diseño del puesto de trabajo según los principios de Auditoría Ergonómica (OSHAS 18001 / ISO 45001)
- Uso de herramientas con amortiguación de las vibraciones.
- Mejorar la iluminación para sea suficiente para percibir detalles del trabajo (> 150 Lux para operaciones de producción; > 1.000 Lux para operaciones de control y calidad)
- Uso de fijaciones especiales (cables, cadenas) en los extremos de las conexiones hidráulicas para prevenir el efecto “látigo” en caso de desconexión intempestiva
- Puesta a Tierra (PAT) instalado en masas mecánicas metálicas que podrían conducir electricidad

## 8. CONCLUSIONES

La carencia en Argentina de un marco regulatorio en lo que refiere a seguridad de máquinas, genera discrepancias a la hora de decidir su aplicación o no, al dejar librada a la decisión unilateral de las propias empresas su adopción. Esto denota una notable diferencia de status industrial entre Argentina y países tales como: Brasil, EE.UU. o Europa donde las normas de seguridad de máquinas son una exigencia legal para poder operar un sitio de producción en los sectores autopartista o metalmecánico.

La adopción o no de las estructuras normativas que permiten evaluar el riesgo en las máquinas, como es el caso de la norma tipo “A” ISO 12100:2012, definen, además, el perfil de la empresa.

Efectivamente, existe una línea divisoria bastante definida en el caso de las empresas que sí las adoptan: son empresas grandes, posiblemente pertenecientes a un conglomerado corporativo y tienen el mandato de aplicarlas sin importar si existe un marco regulatorio local. Adicionalmente, se muestran como empresas atractivas para la empleabilidad debido a sus bajos índices de accidentabilidad y a la demostración de que son empresas preocupadas por el bienestar de su personal

Por otro lado, se revela como una herramienta adicional a la hora de presentar una ventaja competitiva que permita operar en mercados internacionales.

Por supuesto, se debe destacar como conclusión la substanciales mejoras en los índices HRN de riesgos de máquinas que se evidenciaron en ambos casos presentados, Empresa “A” y Empresa “M”, cuando se aplicaron los requisitos y recomendaciones de las normas de seguridad de máquinas.

Finalmente, como dato relevante, destacamos que no existe una capacitación estructurada de carácter universitario, tanto sea como tecnicatura o como postgrado, que resta profesionales que puedan participar y aportar en las mesas de discusión de las normas internacionales sobre la revisión y creación de las metodologías aplicadas a los análisis de riesgo en seguridad de máquinas afectando, seguramente, al desarrollo de nuevas técnicas de seguridad de máquinas o la evaluación crítica de una norma.

## 9. REFERENCIAS

- DIRECTIVA 2006/42/CE Anexo I, P. E. (2006). *Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas*. Estrasburgo, Francia: Diario Oficial de la Unión Europea.
- ISO 12100:2012, O. I. (2012). *Seguridad de máquinas: principios generales de diseño, evaluación y reducción de riesgos*. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de la ISO.
- ISO 13849:2015, O. I. (2010). *Seguridad de máquinas: Sistemas de mandos relativos a la seguridad*. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de la ISO.
- ISO 31000:2018, O. I. (2018). *Gestión del Riesgo - Directrices*. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de la ISO.
- NR-12, M. O. (1978). *SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS*. Brasilia, Brasil: Ministerio do Trabalho e emprego.
- SRT, S. d. (2021). *Informe Anual de Accidentabilidad Laboral 2021*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Trabajo.
- Steel, C. (1990). *Risk Estimation, Safety Health*. United Kingdom: Practitioner Magazine.