

# Evaluación de riesgos en las estaciones de compresión de gas natural comprimido

## Risk assessment in Compressed Natural gas compression stations

Juan Carlos Ramírez Barbieri<sup>1,a</sup>, Oskar Michael Huapaya Ramírez<sup>1,b</sup>

Recibido: 23/04/2022 - Aprobado: 18/06/2022 – Publicado: 31/12/2022

### RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar los riesgos en las operaciones en las estaciones de compresión de gas natural comprimido, a los cuales los colaboradores están expuestos a accidentes y a enfermedades ocupacionales. El proceso de carga de gas natural consiste en el llenado de gas natural comprimido a un semirremolque mediante el uso de una manguera de alta presión desde una mesa de carga conectada a un semirremolque, donde el gas proviene del ducto de Cálidda y es comprimido mediante compresores para gas natural. Este estudio es de tipo descriptivo, se evaluó los riesgos más relevantes en el proceso de carga de gas natural comprimido.

La metodología que se implanto se basó en la información recabada de los trabajadores de la empresa (accidentes ocurridos, exámenes médicos ocupacionales realizados, encuestas u otros registros), clasificando los tipos de riesgos existentes en cada tarea según el puesto de trabajo, donde identificamos el peligro y evaluamos el nivel de riesgo, determinando el proceso donde ocurre el riesgo más relevante.

Los resultados muestran que los trabajadores más expuestos a accidentes o contraer una enfermedad ocupacional están en la tarea de Ingreso al Bunker de Compresores para verificar parámetros de presión y temperatura que están expuesto a exposición de ruidos elevados con un 32% de riesgo físico alto que ocurre en el proceso de compresión de gas natural, seguido de la tarea Salida del semirremolques que están expuestos los trabajadores a unidades en movimiento con un 20% de riesgo locativo alto que ocurre en el proceso de carga de gas natural comprimido.

**Palabras claves:** evaluación, estación de compresión, riesgos, gas natural comprimido.

### ABSTRACT

This article aims to present the risks in operations in a compressed natural gas compression station, to which employees are exposed to accidents and occupational diseases. The natural gas loading process consists of filling a semi-trailer with compressed natural gas by using a high-pressure hose from a loading table connected to a semi-trailer, where the gas comes from the quality pipeline and is compressed by compressors. for natural gas. This study is descriptive, the most relevant risks in the compressed natural gas loading process were evaluated.

The methodology that was implemented was based on the information collected from the company's workers (accidents that occurred, occupational medical examinations carried out, surveys or other records), classifying the types of risks existing in each task according to the job position, where we identified the hazard and assess the level of risk, determining the process where the most relevant risk occurs.

In summary, the results show that the most exposed workforce to accidents or contracting an occupational disease are in the task of Entering the Compressor Bunker to verify pressure and temperature parameters that are exposed to high noise exposure with a 32% high physical risk level that occurs in the natural gas compression process, followed by the task Exit the semi-trailers that workers are exposed to moving units with a 20% high locative risk that occurs in the compressed natural gas loading process.

**Keywords:** evaluation, compressor station, risks, compressed natural gas.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú

a Maestría en Gestión Integrada en Seguridad, Salud ocupacional y medio Ambiente.

Autor para correspondencia: [jramirezbar@hotmail.com](mailto:jramirezbar@hotmail.com) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6792-4107>

b Docente. E-mail: [ohuapayar@unmsm.edu.pe](mailto:ohuapayar@unmsm.edu.pe) – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1772-1632>

## I. INTRODUCCIÓN

El proceso de carga gas natural comprimido presenta una serie de riesgos en los cuales el personal que labora en la parte operativa está expuestos a accidentes y enfermedades ocupacionales.

El gas natural es un hidrocarburo gaseoso que se extrae del sub suelo, principalmente contiene metano un 95 % y otros hidrocarburos, entre las características relevantes de este hidrocarburo es la inflamabilidad y explosividad, el gas natural pasa por un proceso de compresión donde eleva su presión de 35 bar a 250 bar, el incremento de presión adicionado a las características del gas natural lo hace altamente peligroso, pudiendo provocar a los trabajadores accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

Los procesos de compresión de gas natural comprimido en el Perú son fiscalizados por el ente en hidrocarburos que es Osinergmin que fiscaliza la accidentabilidad en este sector y ellos a la vez son los que dan el permiso para operar. En el Perú son pocas empresas que se dedican a este sector de compresión de gas natural comprimido, donde algunas de ellas no cumplen con las medidas de seguridad, lo que desencadena en accidentes de trabajo.

La empresa actualmente desarrolla la actividad de compresión de gas natural, donde provee este producto a industrias y estaciones de servicio, pero es en el proceso de carga y compresión del gas natural donde se podrían producir accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales como: choques, cortes, golpes, pérdida de la audición, explosiones, posturas inadecuadas (Limagas Natural Perú S.A, 2019).

Existe una diversidad de normativas a nivel internacional, tal es el caso español que en su desarrollo evolutivo en materia legal no lograron establecer a la seguridad como elemento primordial, lo que se quedó en segundo plano, primando la productividad; por ende, los reportes de accidentes laborales y decesos obtuvieron un nivel elevado. (Arce García, 2017).

El promover en el ambiente laboral un estado de seguridad y salud, gestionando siempre la normativa y estrategias a seguir, ha tomado vital importancia para las empresas a nivel mundial; planteando como objetivo primordial el prevenir los riesgos de accidentes laborales que originen daño o lesiones corporales a los trabajadores. (Arteaga Soldado A. & Castillo Cadena G., 2012).

### 1.1. Descripción del proceso

Esta pesquisa se desarrolla con la finalidad de establecer cuál es la importancia de la evaluación de riesgos laborales para mitigar los accidentes en las estaciones de compresión de gas natural comprimido. Las actividades de la estación de compresión de gas natural comprimido constan de dos procesos: Carga de gas natural comprimido y compresión de gas natural.

El proceso de carga de gas natural comprimido empieza con el estacionamiento del semirremolque de gas natural comprimido, que es dirigido por un conductor

hacia la mesa de carga designada, para ello es guiado por un operador de carga, paso siguiente el conductor desengancha el tracto del semirremolque, con la finalidad de realizar una carga segura. El operador de carga procede con la apertura de puertas traseras del semirremolque y la conexión de la manguera de la mesa de carga, para la carga el gas natural comprimido se realiza mediante la apertura de las válvulas manifold donde direcciona el gas natural desde los compresores hacia la mesa de carga.

A continuación mencionaremos que el proceso de compresión de gas natural involucra el ingreso de gas natural del ducto de Cálidda ( empresa dedicada a transportar el gas natural por tubería en Lima y Callao), hacia la EFM (Estación de Filtrado y Medición), paso siguiente el gas ingresa por tubería hacia el compresor de gas que se encuentra instalado en un bunker, con una presión de 35 bar, misma presión del ducto de Cálidda, una vez que ingresa el gas natural al compresor este lo comprime el gas natural en dos etapas, la primera etapa lo comprime desde 35 bar a 80 bar de presión y la segunda etapa de 80 bar a 250 bar de presión, a esta última presión es la que se utiliza para cargar los semirremolques de gas natural comprimido, donde el gas natural sale del compresor y se dirige mediante tuberías a un manifold de válvulas, donde se realiza la apertura y cerrado de gas hacia la mesa de carga, y esta contiene una manguera a alta presión que se conecta a un semirremolque, y lo carga de gas natural comprimido. Se propone el grafico del proceso en la estación de compresión de gas natural comprimido (ver Figura 1).

## II. MÉTODOS

El documento plantea analizar los riesgos que se presenta en las estaciones de compresión de gas natural comprimido, realizando un estudio de los puestos de trabajo y tareas que ocasionan actos y condiciones inseguros. Se presentará una tabla con los puestos de trabajo y tareas que realizan en una estación de compresión de gas natural comprimido (ver Tabla 1).

### 2.1. Selección de muestra

Los participantes serán los colaboradores que ejercen sus funciones en las operaciones de estación de compresión de gas natural comprimido como son: El conductor, el operador, el supervisor de operaciones y el jefe de operaciones, para ello el criterio de inclusión fueron aquellos colaboradores que figuran en planilla del año 2019 de la empresa Limagas Natural Perú S.A de la sede Lurín, siendo en total 8 personas: 02 conductores, 04 operadores, 01 supervisor de Operaciones y 01 jefe de operaciones.

### 2.2. Técnicas de recolección de datos

Para el desarrollo se empleó un análisis cuantitativo mediante la recopilación de datos del desarrollo de las actividades del año 2019, evaluadas por medio de la observación, encuestas y entrevistas, analizadas a cada trabajador. La metodología establecida para evaluar los riesgos fue el diseño de una matriz de riesgos con base en RM N°050-2013-TR (MTPE, 2013). El artículo presentado contiene información recolectada para la identificación de los eventos peligrosos y de riesgo, para ello se le asignará

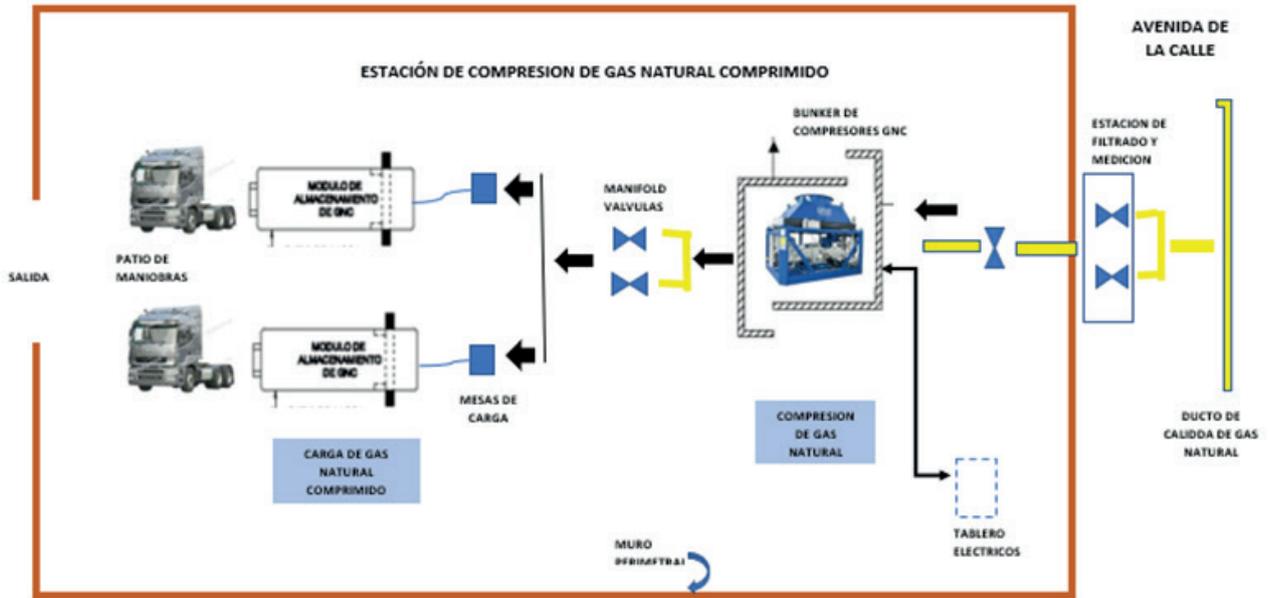


Figura 1. Proceso en la estación de compresión de gas natural comprimido

Tabla 1. Puestos de trabajos y tareas en la estación analizada

Puestos de trabajo	# Trabajadores	Tareas
Conductor	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estacionamiento del semirremolque hacia la mesa de carga.</li> <li>2. Ingreso y retiro del semirremolque de la mesa de carga.</li> <li>3. Preparación al semirremolque para el proceso de carga.</li> <li>4. Preparación hacia el semirremolque para el proceso de carga</li> <li>5. Encendido del compresor dentro del bunker compresores</li> <li>6. Proceso de carga del semirremolque de gas natural comprimido.</li> <li>7. Ingreso al bunker de compresores para verificar compresores.</li> </ol>
Operador	4	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Colocación de aceite a los compresores de gas natural comprimido.</li> <li>9. Supervisión del funcionamiento de compresores.</li> <li>10. Ingreso al área de tableros eléctricos.</li> <li>11. Manipulación del tablero eléctrico.</li> <li>12. Finalización del proceso de carga.</li> <li>13. Salida del semirremolque.</li> </ol>
Supervisor de Operaciones	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Ingreso al bunker de compresores para verificar parámetros de presión y temperatura.</li> </ol>
Jefe de operaciones	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Ingreso a las mesas de carga para supervisión de trabajo del operador</li> <li>16. Verificar el Cumplimiento de las funciones del supervisor en el proceso de Carga.</li> </ol>

una valoración tomando como referencia el histórico de accidentes, de enfermedades ocupacionales, faltas laborales por motivos de salud, experiencia de los trabajadores, estándares de trabajo y legislación o normas vigentes.

### 2.3. Método de análisis

Según el RM N° 050-2013-TR (MTPE, 2013). Las actividades laborales serán analizadas en el lugar de ocurrencia, es decir en las operaciones de la estación de compresión de gas natural comprimido. La metodología se basa en la magnitud del riesgo y su jerarquización teniendo en cuenta su grado de significancia del:

Nivel de riesgo (Riesgo)  $R = P(\text{Probabilidad}) \times S(\text{Severidad})$ .

Probabilidad (P): Eventualidad de riesgo, accidentabilidad o enfermedad, en situaciones laborales técnicas u operativas.

Severidad (S): Estimación de grado de gravedad del daño producido por accidentes o enfermedades laborales.

Nivel de Riesgo (R): Valor del riesgo

Su diseño empleó valores de referencia y estadísticas históricas, según el RM 050-2013 -TR (Diario El Peruano, 2013) Ver tablas 2,3,4 y 5.

Utilizando cada tabla para cada riesgo y utilizando la formula anterior, se obtiene el valor de la magnitud de riesgo, que permiten comparar diferentes riesgos.

**Tabla 2.** Criterios para probabilidad

índice	índice de personas expuestas en el proceso (a)	Probabilidad $ip = (a+b+c+d)$		
		índice de procedimientos de control existentes (b)	índice de capacitación (c)	índice de exposición al riesgo (d)
0	.....	No aplica	No aplica	No aplica
1	De 1 a 3	Existen son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene.	Al menos una vez al año / esporádicamente / alguna vez en su jornada laboral y con periodo corto de tiempo
2	De 4 a 12	Existen parcialmente pero no son satisfactorios o suficientes.	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro, pero no toma acciones de control.	Al menos una vez al mes/ eventualmente /
3	De 13 a mas	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control.	Al menos una vez al día / permanentemente / continuamente o varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.

Fuente: RM.050-2013-TR

**Tabla 3.** Criterios de severidad

Índice	
1	lesiones sin incapacidad. pequeños cortes o magulladuras, irritación de ojos por polvo. molestias e incomodidad: dolor de cabeza, disconfort.
2	lesión con incapacidad temporal: fracturas menores. Lesión con incapacidad temporal: fracturas menores, daños a la salud reversible: sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esquelético
3	lesión con incapacidad permanente: amputaciones, fracturas mayores. muerte. daño a la salud irreversible: intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.

Fuente: RM.050-2013-TR

**Tabla 4.** Criterios de probabilidad

Severidad	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Probabilidad											

Fuente: RM.050-2013-TR

**Tabla 5.** Clasificación de riesgo

Color de Clasificación	Puntaje	Grado de Riesgo	¿Significativo?	Detalle
	de 1 a 4	TRIVIAL (TR)	NO	No se requiere acción específica
	de 5 a 8	TOLERABLE (TO)	NO	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones rentables o mejoras que no suponga una carga económica importante.
	de 9 a 16	MODERADO (MO)	NO	Controlar el riesgo dentro de un plazo determinado.
	de 17 a 24	IMPORTANTE (IM)	SI	No se puede comenzar el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo
	de 25 a 36	INTOLERABLE (IN)	SI	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

Fuente: RM.050-2013-TR

## 2.4. Términos de los tipos de riesgos

### 2.4.1. Riesgos Locativos

Es definido como todas las condiciones de la zona geográfica, las instalaciones de trabajo, que bajo circunstancias no adecuadas pueden ocasionar accidentes de trabajo o pérdidas para la empresa. Los riesgos locativos atañen a pisos, paredes, techos, puertas, escaleras, ventanales, pasillos, corredores, todo lo concerniente a la distribución de sitios de trabajo y sus componentes.

### 2.4.2. Riesgos Mecánicos

Son peligros creados por el uso o la exposición a equipos, maquinaria y plantas accionados manualmente o accionados manualmente. Las lesiones mecánicas son causadas principalmente por contacto o enredo con maquinaria. Parte de la maquinaria que podría ser peligrosa para los trabajadores incluye bordes afilados, superficies calientes, piezas móviles, volante, polea, correa, etc.

### 2.4.3. Riesgos Eléctricos

Los equipos eléctricos pueden representar un peligro significativo para los trabajadores, particularmente cuando no se manejan correctamente o no reciben mantenimiento. Muchos dispositivos eléctricos tienen requisitos de alto voltaje o alta potencia, lo que conlleva un riesgo aún mayor. El choque eléctrico ocurre cuando el cuerpo se convierte en parte del circuito eléctrico, ya sea cuando una persona entra en contacto con ambos cables de un circuito eléctrico, un cable de un circuito energizado y la tierra, o una parte metálica que se energiza por contacto con un Conductor eléctrico. La gravedad y los efectos de una descarga eléctrica dependen de varios factores, como la vía a través del cuerpo, la cantidad de corriente, el tiempo de exposición y si la piel está húmeda o seca. El agua es un gran conductor de electricidad, lo que permite que la corriente fluya más fácilmente en condiciones húmedas ya través de la piel mojada. El efecto de la descarga puede variar desde un ligero hormigueo hasta quemaduras graves y un paro cardíaco.

### 2.4.4. Riesgos Físicos

Los peligros físicos son factores o condiciones dentro del medio ambiente que pueden dañar su salud. Los peligros físicos son sustancias o actividades que amenazan su seguridad física. Son los más comunes y están presentes en la mayoría de los lugares de trabajo en un momento u otro. Estos incluyen condiciones inseguras que pueden causar lesiones, enfermedades y la muerte. Estos riesgos pueden ser: temperatura, calidad del aire, radiaciones, ruido, iluminación, carga térmica, radiaciones y vibraciones. RM N°375: Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico" (MTPE, 2008).

### 2.4.5 Riesgos Químicos

El riesgo es la posibilidad de un daño derivado de una exposición particular a una sustancia química, bajo condiciones específicas. Las sustancias químicas que tienen la capacidad de crear un peligro físico o para la salud se consideran peligrosas. Debido a sus propiedades, las sustancias químicas peligrosas pueden ser, entre otras, tóxicas, explosivas, inflamables, autorreactivas, oxidantes o corrosivas. La exposición a estas sustancias por diferentes

vías, incluida la inhalación, la absorción dérmica o la ingestión, puede provocar efectos adversos para la salud, lo que aumenta la necesidad de conocer los peligros asociados a estas sustancias de antemano.

### 2.4.6. Riesgos Disergonómicos

Un riesgo ergonómico en el lugar de trabajo es cualquier condición que tiene el potencial de causar daño al sistema musculoesquelético de un trabajador. Puede ser causado por la condición física del lugar de trabajo o las demandas físicas de un trabajo en particular, un trabajador puede sufrir lesiones o traumatismos, a veces denominados trastornos ergonómicos o trastornos musculoesqueléticos (MSD). Cada vez que una situación tiene el potencial de causar estrés o tensión en el cuerpo de un empleado, se trata de un riesgo ergonómico.

## III. RESULTADOS

### 3.1. Análisis e interpretación de resultados

En el presente estudio la muestra seleccionada es de la empresa (Limagas Natural Perú S.A, 2019), dedicada a la comercialización de Gas Natural comprimido. La empresa cuenta con una muestra de 08 trabajadores en total, que realizan el proceso de compresión de gas natural comprimido (Ver Tabla 1).

El proceso de la estación de compresión de gas natural comprimido se dividió en puestos de trabajo que con lleva a distintas tareas. Donde se realizó la evaluación de los peligros y riesgos de las tareas, ante ello primero se dividió en riesgos en locativos, Físicos, eléctricos, mecánicos, disergonómicos y Químicos, dando como resultado el nivel de riesgo (Ver tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11). Así mismo se realizó una presentación grafica de las distintas tablas del nivel de riesgo (ver Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7).

Además, se identificaron las tareas con riesgos más predominantes clasificados como importantes en los procesos de compresión de gas natural y en el proceso de carga de gas natural comprimido (ver tabla 12). Dicha información también se representó en forma porcentual (Ver tabla 13).

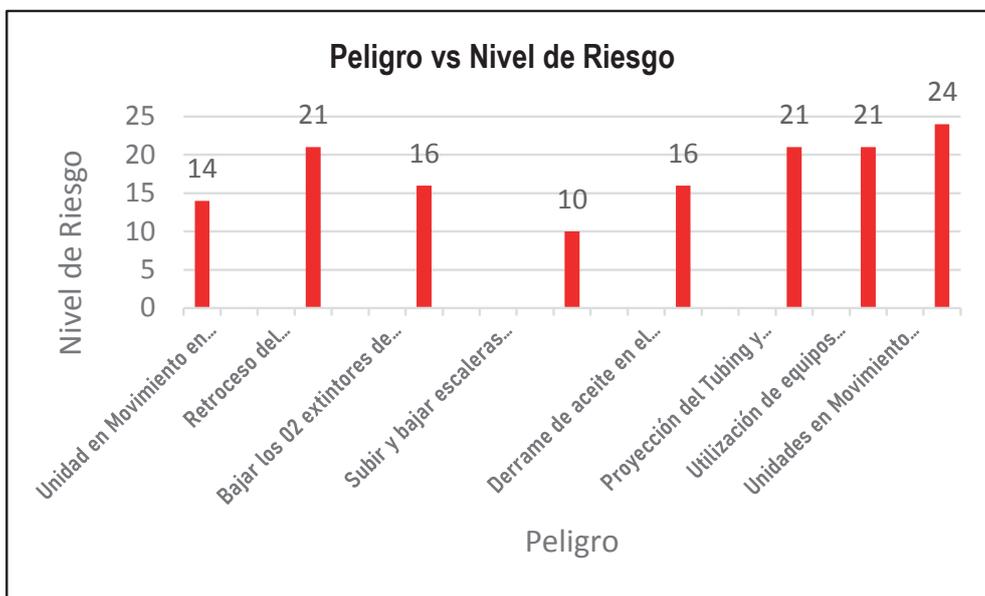
Definiendo los peligros y riesgos para cada tarea del proceso de compresión de gas natural comprimido, seguidamente se consiguió el resultado de la pesquisa de precedentes de accidentes, incidentes, inspecciones y enfermedades ocupacionales en los trabajos de compresión de gas natural comprimido de la empresa Limagas Natural Perú S.A, por medio de la recolección de datos facilitados por la empresa y el jefe de Seguridad y Salud Ocupacional, esto con el propósito de determinar las consecuencias y valorar el nivel de riesgo.

## IV. DISCUSIÓN

Al realizar la evaluación de riesgos para las actividades en la estación de compresión de gas natural comprimido, nos permitió a identificar los riesgos importantes con puntaje 24 en los procesos carga de gas natural comprimido y compresión de gas natural, esto ayudara, que cuando

**Tabla 6.** Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos locativos

Puesto	Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo
Conductor	Estacionamiento del semirremolque hacia la mesa de carga	Unidad en Movimiento en patio de maniobras de la estación de compresión.	-Atropello por unidad. (*) fracturas y golpes.	7	2	14
		Retroceso del semirremolque para estacionarlo en la mesa de carga disponible.	*Choques y roces con semirremolques estacionados colindantes. * Choque a la escalera de la mesa de carga.	7	3	21
	Preparación al semirremolque para el proceso de carga	Bajar los 02 extintores de 12 kg de PQS del semirremolque al piso al costado de la mesa de carga.	*Caída del extintor en los pies del conductor debido a la mala manipulación. * Golpes.	8	2	16
Operador	Colocación de aceite a los compresores de gas natural comprimido	Subir y bajar escaleras metálicas de 4 peldaños Para apertura de las puertas traseras del semirremolque.	-Caída a distinto nivel. (*) Golpes. (*) Cortes. (*) Fracturas.	5	2	10
		Derrame de aceite en el piso.	*Caída del operador del mismo nivel ocasionado fracturas. * Área desordenada y sucia.	8	2	16
	Supervisión del funcionamiento de compresores	Proyección del Tubing y piezas del compresor debido a la presión alta (250 bar)	* Daños personales al operador en el cuerpo. * Fatalidad	7	3	21
		Utilización de equipos móviles no ATEX dentro del bunker de compresores.	* Explosión e incendio del compresor	7	3	21
	Salida de semirremolques	Unidades en Movimiento en patio de maniobras (Enganche y salida)	*Atropello por unidades. (*) Fatalidad, fracturas, golpes.	8	3	24



**Figura 2.** Nivel de riesgo locativo

**Interpretación**

Según la gráfica, los riesgos Locativos más relevante, se presenta en las Unidades en Movimiento en patio de maniobras (enganche y salida), con un nivel de riesgo de 24, que corresponde a la tarea de salida de remolques, lo que concluye que estas tareas pueden ocasionar Atropellos por unidades, que está expuesto el operador con consecuencias de fatalidades, fracturas y golpes.

Tabla 7. Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos físicos

Puesto	Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo
Conductor	Estacionamiento del semirremolque hacia la mesa de Carga	Baja iluminación en el patio de maniobras	*Choques y roces. * Atropellos	7	3	21
Operador	Encendido del compresor dentro del Bunker Compresores	Exposición a ruidos elevados por el funcionamiento de los compresores (>85 DB)	<sup>1</sup> -Exposición prolongada al ruido. (*) Disminución auditiva. (*) Estrés Laboral.	8	3	24
	Proceso de carga del semirremolque de Gas natural	* Tránsito peatonal del personal por zona de carga durante la estación de verano.	<sup>1</sup> -Exposición a radiación solar en verano. (*) Quemadura Solar (De primer grado), Bronceado (Pigmentación Inmediata o Diferida), Insolaciones.	8	2	16
	Ingreso al Bunker de Compresores para verificar parámetros de presión y temperatura	Exposición a ruidos elevados por el funcionamiento de los compresores (>85 DB)	* Disminución auditiva. * Hipoacusia.	8	3	24
Supervisor de Operaciones	Ingreso al Bunker para supervisión del trabajo	Exposición a ruidos elevados por el funcionamiento de los compresores (>85 DB)	* Disminución auditiva. * Hipoacusia.	8	2	16
	Ingreso a las mesas de cargas para supervisión del trabajo	* Tránsito peatonal del supervisor por zona de carga durante la estación de verano.	<sup>1</sup> -Exposición a radiación solar en verano. (*) Quemadura Solar (De primer grado), Bronceado (Pigmentación Inmediata o Diferida), Insolaciones.	8	2	16
Jefe de Operaciones	Ingreso al área de tableros eléctricos	Bajas temperaturas debido al funcionamiento de los tableros	Posibles enfermedades respiratorias debido a la baja temperatura	8	2	16
	Verificar el cumplimiento de las funciones del supervisor en el proceso de carga	Exposición a ruidos elevados por el funcionamiento de los compresores (mayor a 85 DB)	* Disminución auditiva. * Hipoacusia.	8	3	24
		* Tránsito peatonal del supervisor por zona de carga durante la estación de verano.	<sup>1</sup> -Exposición a radiación solar en verano (*). -Quemadura Solar (De primer grado), Bronceado (Pigmentación Inmediata o Diferida), Insolaciones.	8	2	16

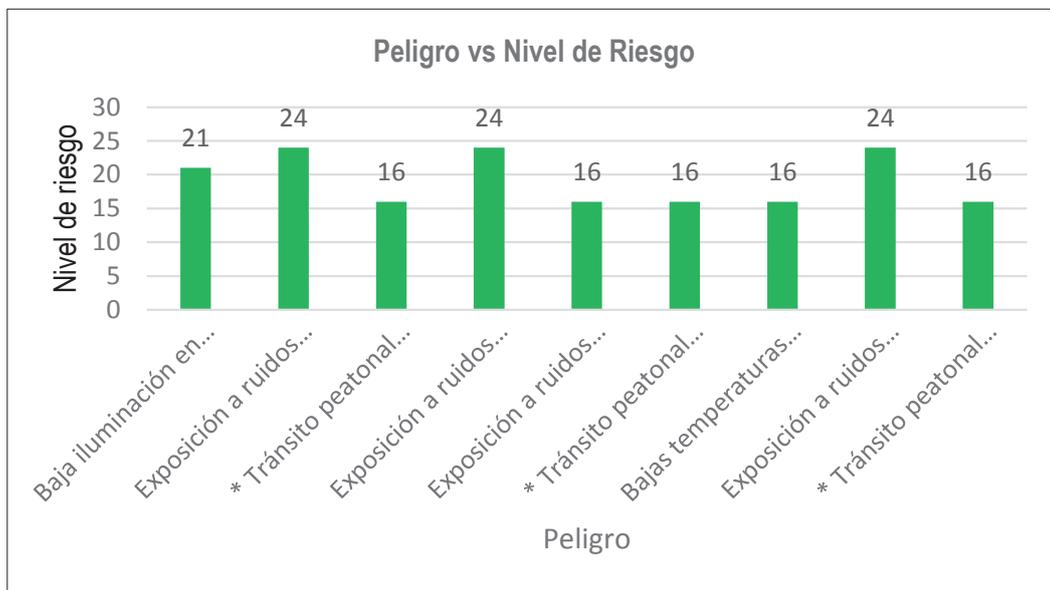


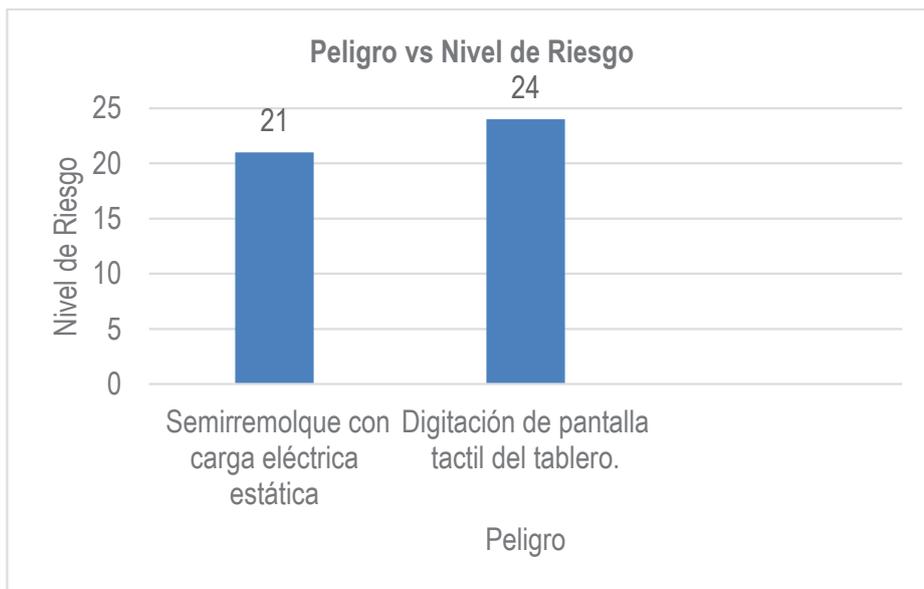
Figura 3. Nivel de Riesgo Físico

**Interpretación**

Según la gráfica, los riesgos físicos más relevante, se presenta en la exposición de ruidos elevados por funcionamiento de compresores con un nivel de riesgo de 24, que corresponde a las tareas de ingreso, encendido y verificación de los compresores en funcionamiento, lo que concluye que estas tareas pueden ocasionar disminución auditiva e Hipoacusia que están expuestos el operador, el supervisor y el jefe de operaciones.

**Tabla 8.** Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos eléctricos

Puesto	Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo
Operador	Preparación al semirremolque para el proceso de carga	* Semirremolque con carga eléctrica estática	'-Descarga eléctrica, incendios por chispas de carga estática. (* Percepción de electricidad. (* Electrización. (* Quemaduras.	7	3	21
	Manipulación de Tablero eléctrico	Digitación de pantalla táctil del tablero.	** Contacto eléctrico indirecto. (* Electrización.	8	3	24



**Figura 4.** Nivel de Riesgo Eléctrico

**Interpretación**  
 Según la gráfica, los riesgos eléctricos más relevante, se presenta en la digitalización de la pantalla táctil del tablero eléctrico con un nivel de riesgo de 24, que corresponde a la tarea de manipulación del tablero eléctrico, lo que concluye que estas tareas pueden ocasionar a los operadores un contacto eléctrico indirecto (Electrización).

**Tabla 9.** Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos mecánicos

Puesto	Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo
Conductor	Estacionamiento del semirremolque hacia la mesa de Carga	*Desenganche del tracto del semirremolque	* Caída del semirremolque al piso. * Fuga de gas Natural.	7	3	21
	Preparación al semirremolque para el proceso de carga	* Conexión de la manguera de carga al Semirremolque estacionado.	* Riesgo raspones en las palmas de las manos debido a la manipulación de la manguera de carga.	8	2	16
Operador	Proceso de carga del semirremolque de Gas Natural	Manipulación de las válvulas del Manifold en apertura de salida de Gas comprimido.	(* Cortes. (* Raspones.	9	1	9
		* Desconexión de la Manguera conectada al semirremolque por alta presión de Gas (250 bar).	'-Manguera fuera de control empieza a latiguar. (* Golpes por manguera. (* Fracturas. (* Fatalidad.	8	3	24
	Salida de Semirremolques	Enganche del semirremolque - tracto	'-Caída del semirremolque en el chasis del tracto o en el piso.	8	3	24

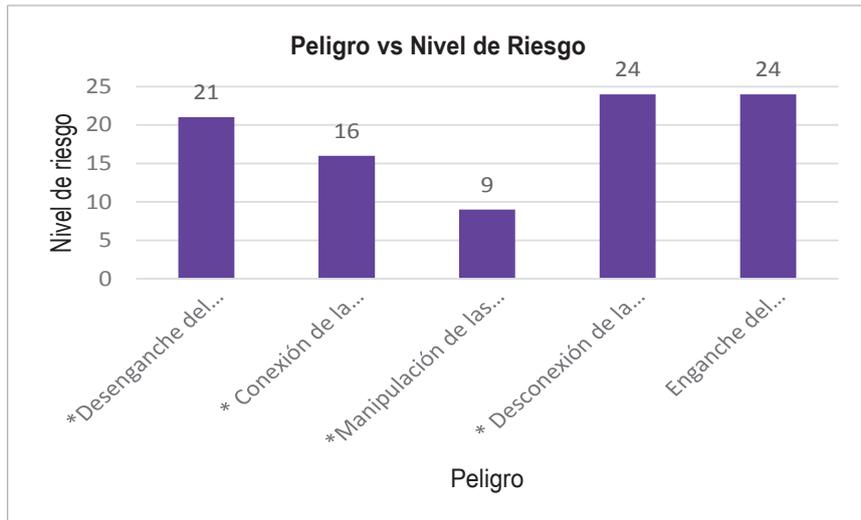


Figura 5. Nivel de Riesgo Mecánicos

**Interpretación**  
 Según la gráfica, los riesgos mecánicos existentes, se presentan en las actividades de desconexión en la manguera conectada al semirremolque por alta presión de gas, como también en el enganche del semirremolque con un nivel de riesgo de 24, lo que concluye que estos peligros pueden ocasionar a los operadores: golpes, fracturas o fatalidad. Para a salida del semirremolque puede ocurrir, caída del semirremolque en el chasis del tracto o en el piso.

Tabla 10. Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos disergonómicos

Puesto	Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo
Operador	Preparación al semirremolque para el proceso de carga	* Conexión de la manguera de carga al Semirremolque estacionado.	**Posturas incómodas o forzadas * Esfuerzo de manos y muñecas	8	2	16
	Proceso de carga del semirremolque de Gas Natural	Manipulación de las válvulas del Manifold en apertura de salida de Gas comprimido.	**Posturas incómodas o forzadas * Esfuerzo de manos y muñecas	8	3	24
	Finalización del proceso de carga	* Desconexión de la manguera de carga al Semirremolque estacionado.	**Posturas incómodas o forzadas * Esfuerzo de manos y muñecas	8	2	16

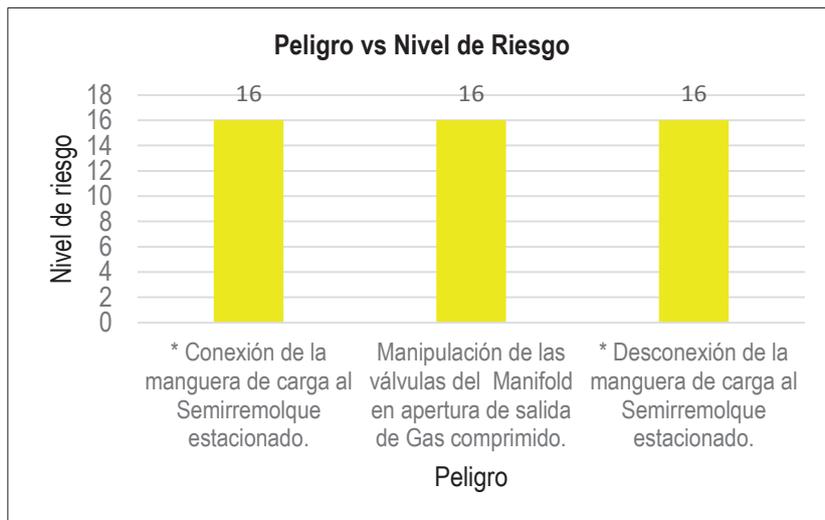
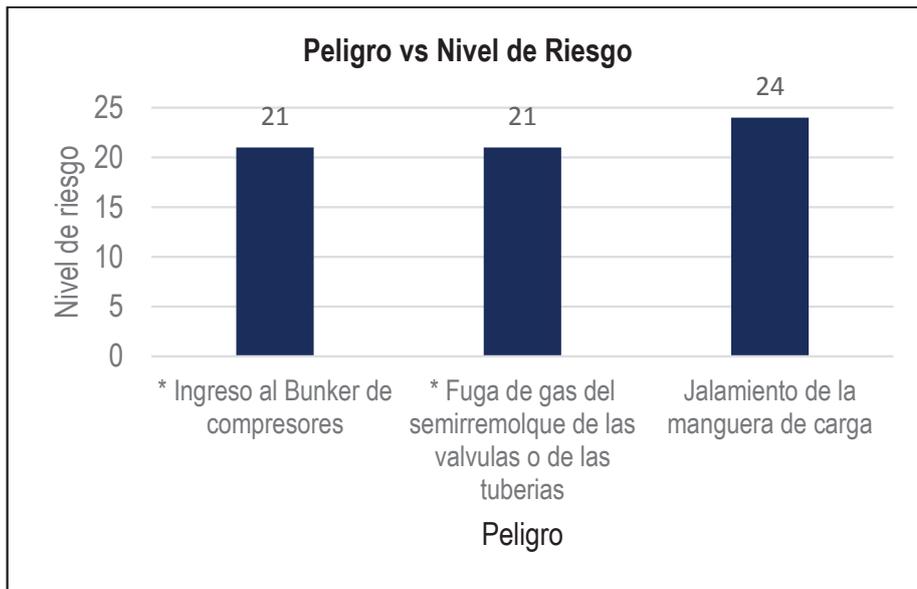


Figura 6. Nivel de Riesgo Disergonómico

**Interpretación**  
 Según la gráfica, los riesgos disergonómicos, se presentan en las actividades de manipulación de manifold de válvulas, con un nivel de riesgo de 16, ocasionando posturas forzadas o esfuerzo de manos y muñecas que traen como consecuencias dolores y contracturas musculares (Lumbalgia ).

**Tabla 11.** Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos químicos

Puesto	Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo
Operador	Encendido del compresor dentro del Bunker Compresores	* Ingreso al Bunker de compresores	<sup>1</sup> - Fugas de gas. - Explosión. - Desprendimiento de tubing o tuberías del compresor. Fatalidad.	7	3	21
	Proceso de carga del semirremolque de Gas Natural	* Fuga de gas del semirremolque de las válvulas o de las tuberías	<sup>1</sup> -Incendios, explosiones. (* ) Fatalidad. (*) Quemaduras. - Fuga de gas.	7	3	21
	Salida de Semirremolques	Jalamiento de la manguera de carga	* Fuga de Gas. * Rotura de tubería de la mesa de carga.	8	3	24



**Figura 7.** Nivel de Riesgo Químico

**Interpretación**

Según la gráfica, los riesgos químicos, se evidencian que el jalamiento de la manguera de carga, con un nivel de riesgo de 24, que corresponde a la tarea de la salida de semirremolques, ocasionando fuga de gas y la rotura de tuberías de la mesa de carga.

**Tabla 12.** Actividades y tareas considerados de riesgo muy alto (Puntaje =24)

Proceso	Carga de Gas Natural Comprimido		Compresión de gas Natural	
	Tarea	Peligro	Tarea	Peligro
Riesgos locativos	Salida de semirremolques	Unidades en Movimiento en patio de maniobras (Enganche y salida)		
Riesgos físicos			Ingreso al Bunker de Compresores para verificar parámetros de presión y temperatura	Exposición a ruidos elevados por el funcionamiento de los compresores (> 85 DB)
Riesgos eléctricos			Manipulación de Tablero eléctrico	Digitación de pantalla táctil del tablero.
Riesgos mecánicos	Proceso de carga del semirremolque de Gas Natural	* Desconexión de la Manguera conectada al semirremolque por alta presión de Gas (250 bar).		
Riesgos disergonómicos	Proceso de carga del semirremolque de Gas Natural	Manipulación de las válvulas del Manifold en apertura de salida de Gas natural comprimido.		
Riesgos químicos	Salida de Semirremolques	Jalamiento de la manguera de carga		

**Tabla 13.** Número de tareas de los riesgos más predominantes

N°	Riesgos	N° tareas	%
1		5	20
2	Riesgos físicos	8	32
3	Riesgos eléctricos	2	8
4	Riesgos mecánicos	4	16
5	Riesgos disergonómicos	3	12
6	Riesgos químicos	3	12
	<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

se realicen actividades se puedan determinar controles adecuados con la finalidad de evitar accidentes personales, materiales y enfermedades ocupacionales.

## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que, mediante la evaluación de riesgos para los procesos de carga y el proceso de compresión, se ha identificado las tareas que generan mayor riesgo para los trabajadores, con un nivel de riesgo de 24, el más alto.
- De acuerdo con el tipo de riesgo se ha identificado los riesgos con mayor número de tareas, donde un 32 % lo representan los riesgos físicos y 20% los riesgos locativos, donde estos riesgos representan una mayor incidencia a enfermedades ocupacionales y accidentes de trabajo.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Silvia Barbieri de la Cruz (mi madre), por su apoyo en cada momento y sus consejos de motivación, que me sirvieron para poder ser una buena persona en la cual me he convertido. Oskar Huapaya Ramírez: por su soporte profesional técnico en el desarrollo de la tesis del presente artículo.

## VII. REFERENCIAS

- Arce García, S. (2017). *La prevención de riesgos laborales y la accidentalidad laboral en la prensa española: representación y cobertura a partir de la Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales (1994-2014)*. 35–47. <https://doi.org/10.36443/10259/4571>
- Arteaga Soldado A., & Castillo Cadena G. (2012). *Elaboración de un plan de prevención de riesgos laborales en la empresa Edipcentro Cía. Ltda de la ciudad de Riobamba*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Diario El Peruano. (2013). Resolución Ministerial N°050-2013-TR. *Ministerio de Trabajo y Promoción Del Empleo*.
- Limagas Natural Perú S.A. (2019). *Empresa dedicada a la compresión y comercialización de gas natural comprimido*. <https://www.limagas.com/gas-natural.php>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2008). Resolución Ministerial 375-2008 TR Norma Basica de Ergonomia y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico. *El Peruano*, 1–17.

MTPE. (2008). *Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo-LEY 29783: Ley de seguridad y salud del trabajo Disergonómico*. Diario El Peruano. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/982841B4C16586CD05257E280058419A/\\$FILE/4\\_RESOLUCION\\_MINISTERIAL\\_375\\_30\\_11\\_2008.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/982841B4C16586CD05257E280058419A/$FILE/4_RESOLUCION_MINISTERIAL_375_30_11_2008.pdf)

MTPE. (2013). *Registros del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo-R.M N°050-2013 TR*. Diario El Peruano. [https://www.mimp.gob.pe/files/programas\\_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf](https://www.mimp.gob.pe/files/programas_nacionales/pncvfs/ccst/RM-050-2013-TR-Formatos-referenciales.pdf)

### Contribución de Autoría

Conceptualización:( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Curación de datos:( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Análisis formal:( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Investigación:( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Metodología:( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Administración del proyecto:( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Recursos: ( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Software: ( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Supervisión:( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Validación( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Visualización: ( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Redacción - borrador original: ( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez); Redacción - revisión y edición: ( Juan Carlos Ramírez Barbieri) (Oskar Michael Huapaya Ramírez)