

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**Facultad de Ingeniería Ambiental**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Gestión de seguridad y salud en el trabajo para la instalación de detectores de humo contra incendios en la etapa 1A de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao**

Para obtener el título profesional de Ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial.

Elaborado por

Julio Percy Nuñez Oropeza

 [0009-0005-0176-1105](https://orcid.org/0009-0005-0176-1105)

Asesor

Ing. Javier Enrique Taípe Rojas

 [0000-0002-9488-5836](https://orcid.org/0000-0002-9488-5836)

LIMA – PERÚ

2025

---

Citar/How to cite	Nuñez Oropeza [1]
Referencia/Reference	[1] J. Nuñez Oropeza, “ <i>Gestión de seguridad y salud en el trabajo para la instalación de detectores de humo contra incendios en la etapa 1A de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao</i> ” [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

---



---

Citar/How to cite	(Nuñez, 2025)
Referencia/Reference	Nuñez, J. (2025). <i>Gestión de seguridad y salud en el trabajo para la instalación de detectores de humo contra incendios en la etapa 1A de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

---

### ***Dedicatoria***

*Dedicado a mi padre y madre, hermanas y hermano quienes desde el inicio de mi educación me mostraron todo su apoyo y ayuda y a todas las personas que estuvieron a mi alrededor con sus continuos consejos y el apoyo moral que sumaron y nutrieron para culminar el presente trabajo de suficiencia profesional.*

## **Agradecimientos**

A mi asesor y a los docentes de la Universidad Nacional de Ingeniería, quienes con sus asesorías e informaciones orientaron y enriquecieron el contenido vertido en este trabajo de suficiencia profesional.

A mis compañeros de labores que aportaron valiosa información técnica para la elaboración de este trabajo.

A mi familia, que me apoyo día a día con sus consejos y motivación en el esfuerzo por alcanzar mis objetivos.

## Resumen

En la Línea 2 del Metro de Lima y Callao se realizó la actividad de instalación de sistemas como el sistema de incendios. Dentro del sistema de incendio, se realizó la instalación de detectores de humo, en la etapa 1A del primer metro subterráneo de Lima. Los detectores de humo se instalaron en ambientes que iban a ser los futuros centros de atención y asistencia a los usuarios de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao. Estas actividades fueron ejecutadas luego de la culminación de las etapas de construcción de la etapa 1A que comprendieron las estaciones 20, 21, 22, 23 y 24 (Distritos de Ate y Santa Anita). El presente informe está enfocado en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo durante las actividades de instalación de los detectores de humo en las áreas administrativas de la etapa 1A. Estas actividades se ejecutaron siguiendo un programa de seguridad y salud en el trabajo con el fin de salvaguardar la seguridad y la salud de los trabajadores y prevenir los accidentes. Dicho programa de actividades de seguridad y salud en el trabajo cumplió sus objetivos las cuales en todo el desarrollo del proyecto y en la etapa de pruebas de entrega del proyecto se quedó con cero accidentes y enfermedades en el lugar de trabajo.

Palabras clave — Línea 2 de Metro de Lima y Callao, sistema de gestión de seguridad y salud, accidentes y enfermedades.

## **Abstract**

On Line 2 of the Lima and Callao Metro, the installation activity of systems such as the fire system was carried out. Within the fire system, the installation of smoke detectors was carried out in stage 1A of the first underground metro in Lima. The smoke detectors were installed in environments that were going to be the future care and assistance centers for users of Line 2 of the Lima and Callao Metro. These activities were executed after the completion of the construction stages of stage 1A, which included stations 20, 21, 22, 23 and 24 (Ate and Santa Anita Districts). This report focuses on the management of safety and occupational health during the installation activities of smoke detectors in the administrative areas of stage 1A. These activities were carried out following an occupational health and safety program in order to safeguard the safety and health of workers and prevent accidents. Said program of occupational health and safety activities met its objectives, which throughout the development of the project and in the testing stage of project delivery left zero accidents and illnesses in the workplace.

Keywords — Line 2 of the Lima and Callao Metro, health and safety management system, accidents and diseases.

## Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Introducción .....	xii
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo .....	1
1.1 Generalidades .....	1
1.2 Descripción del problema de investigación .....	15
1.3 Objetivos del estudio .....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos .....	16
1.4 Antecedentes investigativos .....	16
Capítulo II. Marcos teórico y conceptual.....	23
2.1 Marco teórico.....	23
2.2 Marco conceptual .....	31
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación .....	53
3.1 Planeacion del trabajo.....	53
3.2 Etapa de ejecución.....	60
3.3 Etapa de seguimiento o verificación .....	61
3.4 Etapa de accion y cierre.....	62
Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados .....	63
Conclusiones .....	65
Recomendaciones.....	66
Referencias bibliográficas .....	67
Anexos .....	71

## Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Cuadro evolutivo de accidentes por año en Línea 1 del metro de Lima.....	15
Tabla 2: Notificaciones de accidentes mortales por actividad económica según tipo de accidentes diciembre 2024.....	20
Tabla 3: Cuadro de severidad de las consecuencias vs Probalidad / frecuencia.....	39
Tabla 4: Cuadro de valoración de riesgos.....	40
Tabla 5: Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.....	40
Tabla 6: Nivel de probabilidad de ocurrencia del daño.....	41
Tabla 7: Nivel de consecuencias previsibles .....	41
Tabla 8: Nivel de exposición .....	42
Tabla 9: Cuadro de nivel de riesgo.....	43
Tabla 10: Matriz de valoración del riesgo.....	44
Tabla 11: Criterio para el cálculo del nivel de riesgo.....	45
Tabla 12: Ejemplo de matriz de Identificación de peligros y Evaluación de riesgos del modelo 2 .....	46
Tabla 13: Nivel de consecuencia.....	47
Tabla 14: Nivel de probabilidad.....	48
Tabla 15: Nivel de riesgo.....	48
Tabla 16: Cuadro de acciones según prioridad del riesgo.....	49
Tabla 17: Cuadro de valores según probabilidad del suceso.....	50
Tabla 18: Cuadro de valores según frecuencia de exposición a situación de riesgo.....	50
Tabla 19: Cuadro de valores según posibles consecuencias.....	51
Tabla 20: Cuadro de valoración del riesgo.....	51
Tabla 21: Ejemplo de matriz de Identificación de peligros y Evaluación de riesgos del modelo 3 .....	52
Tabla 22: Elementos de la planificación SST.....	53
Tabla 23: Criterio de probabilidad.....	55

Tabla 24: Criterio de severidad.....	56
Tabla 25: Nivel de riesgo.....	57
Tabla 26: Formato de matriz IPER.....	58
Tabla 27: Formato de ATS.....	59
Tabla 28: Elementos de la ejecución.....	60
Tabla 29: Elementos de la verificación.....	61
Tabla 30: Elementos de cierre.....	62
Tabla 31: Indicadores.....	63
Tabla 32: Resultado.....	64

## Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Metro de Londres el primer metro del mundo.....	1
Figura 2: Línea de metro de Budapest.....	2
Figura 3: Primer viaje del metro de New York 1904.....	2
Figura 4: Estación central de Buenos Aires en 1876.....	3
Figura 5: Ranking de sistemas de metros del mundo por cantidad de líneas de metro.....	4
Figura 6: Número de pasajeros transportados en algunos sistemas urbanos de transporte ferroviario subterráneo en América Latina en 2022 (en millones).....	5
Figura 7: Rutas de las 6 líneas de Metro de Lima y Callao.....	6
Figura 8: Tren eléctrico, viaducto inconcluso.....	7
Figura 9: Línea 1 del metro de Lima.....	8
Figura 10: Avance de la tuneladora “Delia” en las obras de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao.....	9
Figura 11: Túnel de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao.....	10
Figura 12: Llego el primer tren de la Línea 2 del Metro de Lima.....	11
Figura 13: Estaciones de Línea 2 del Metro de Lima y Callao.....	11
Figura 14: Etapas de avance de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao y ramal Línea 4.....	13
Figura 15: Línea del Metro de Lima inicia marcha blanca.....	14
Figura 16: Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo mortales 2021-2022.....	17
Figura 17: Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo no mortales 2021 - 2022.....	17
Figura 18: Notificaciones de accidentes en porcentaje según actividad económica 2021 – 2022.....	18
Figura 19: Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo mortales 2022 - 2023.....	18
Figura 20: Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo no	

mortales 2022 - 2023.....	19
Figura 21: Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo no mortales 2023 - 2024.....	19
Figura 22: Accidente de un vehículo en Línea 2 del Metro de Lima.....	21
Figura 23: Circulo de Deming o rueda de Deming.....	26
Figura 24: Incorporación del ciclo PHVA en el nuevo marco de la ISO 45001.....	27
Figura 25: Tipo de accidente.....	30
Figura 26: Funcionamiento del detector de humo fotoeléctrico.....	31
Figura 27: Principio de funcionamiento de los detectores de humo fotoeléctricos.....	32
Figura 28: Espaciamiento de los detectores de humo fotoeléctrico.....	33
Figura 29: Coberturas de los detectores en techo.....	33
Figura 30: Distribución de detectores entre vigas $D/H > 0.10$ y $W/H > 0.40$ .....	34
Figura 31: Distribución de detectores entre vigas $D/H > 0.10$ y $W/H < 0.40$ .....	35
Figura 32: Detectores de humo por ionización.....	36

## Introducción

En la Línea 2 del Metro de Lima y Callao, se realizaron actividades de construcción e instalación de sistemas como los sistemas eléctricos, agua y desagüe y el sistema de incendios. Estas actividades en un proyecto de construcción e instalaciones de sistemas de agua, eléctricas y de incendio al estar expuestas a múltiples peligros conlleva a las acciones de identificaciones y los respectivos controles para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales en el personal ejecutante. El elaborar un programa de seguridad y salud en el trabajo previa a la ejecución de las actividades favorece a que el personal ejecutante pueda cumplir sus labores con buenos resultados en la operación, así como resultados donde se busca que los índices de seguridad y salud en el trabajo tengan valor cero. Las actividades ejecutadas para las instalaciones de los detectores de humo en las 5 estaciones de la Línea 2 del metro de Lima y Callao al estar expuestas a una serie de peligros y para evitar que los riesgos se materialicen en un accidente y/o enfermedad ocupacional, todas las actividades se ejecutaron siguiendo un programa de Seguridad y Salud en el Trabajo, favoreciendo a que las estadísticas de accidentes y de enfermedades ocupacionales sean igual a cero.

# Capítulo I. Parte introductoria del trabajo.

## 1.1 Generalidades

La importancia de contar con el programa de gestión de seguridad y salud en el trabajo en todas las etapas de construcción y durante las instalaciones de los sistemas (Agua, desagüe, luz, internet, incendios, etc.) tienen mucha importancia para el cuidado de las vidas humanas, así como la protección de la infraestructura y equipos. Los primeros metros que se construyeron en el mundo no contaron con programas de SST, donde las actividades en la construcción de los primeros metros del mundo contaron con cuantiosas pérdidas humanas y considerables accidentes. Como ejemplo podemos citar que dos de los 10 incendios con más muertos a nivel mundial desde el inicio del siglo XXI han ocurrido en los trenes de pasajeros (metros), he ahí que la importancia de contar con un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo que prevenga y minimice los accidentes y daños a las personas, propiedad y medio ambiente.

La construcción del primer metro en el mundo que fue inaugurado el 10 de enero de 1863, fue el metro de Londres, este ferrocarril subterráneo era impulsado por locomotoras de vapor.

### Figura 1

*Metro de Londres el primer metro del Mundo.*



*Nota:* La imagen del primer metro subterráneo de Londres (La Razon, 2023).

Luego en 1896 en Budapest – Hungría se inaugura el segundo sistema más antigua del mundo.

**Figura 2**

*Línea de metro de Budapest.*



*Nota:* La imagen de la línea de metro de Budapest (Farias, 2023).

Después en 1904 se dio la inauguración del metro de New York.

**Figura 3**

*Primer viaje del metro de Nueva York 1904.*



*Nota:* La imagen del viaje inaugural, a su paso por la estación de City Hall (El mundo Es, 2004).

En el siglo XX las expansiones de los metros tuvieron lugar en París, Berlín, Moscú, Tokio y Argentina (Buenos Aires).

En Argentina, en los metros ocurrieron emergencias como la del 14 de febrero de 1897 en donde la estación Central de Buenos Aires sufrió un incendio que la destruyó por completo en solo dos horas quedo convertido en escombros y cenizas. Otra emergencia fue de la empresa Ferrocarril que cubría la ruta de Buenos Aires a Rosario, Ferrocarril Central Argentino y Ferrocarril Buenos Aires al Pacifico se debieron mudar a la zona de “El Retiro” luego de que el gobierno municipal los echara. La estación se encontraba en terrenos contiguos a la Casa de Gobierno (Casa Rosada).

#### **Figura 4**

*Estación central de Buenos Aires en 1876.*

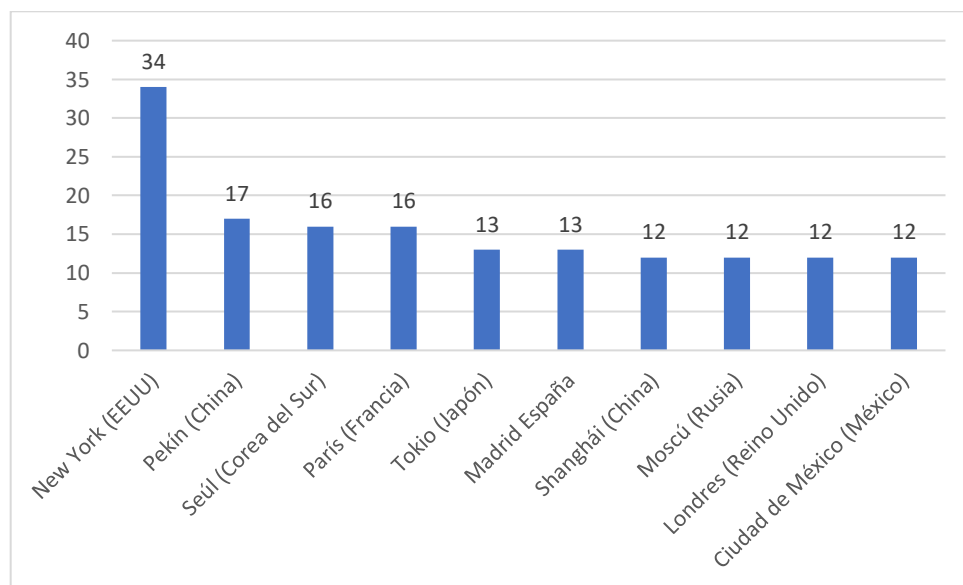


*Nota:* La imagen de la casa Witcomb muestra la estación central de ferrocarriles en Buenos Aires antiguo (Gandulfo, 1925).

Alrededor del mundo existen unas 180 redes de metros subterráneos repartidos en 178 ciudades y en 56 países del mundo y con proyecciones de construcciones de más redes subterráneas. Infraestructuras como las de Londres, París, China, India y Japón. Estos medios de transporte requieren contar con su sistema de gestión de seguridad y salud desde su construcción, instalación de sistemas como las de incendios, eléctricas hasta su funcionamiento. Estos programas de seguridad y salud son necesarias para evitar accidentes a las personas y equipos que coexisten en las estaciones de los metros subterráneos.

### Figura 5

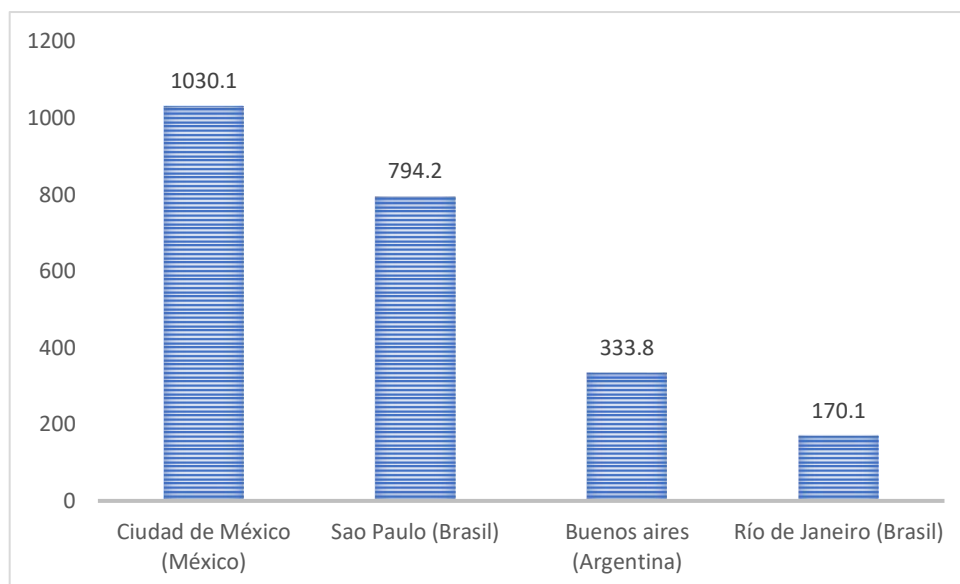
*Ranking de sistemas de metros del mundo por cantidad de líneas de metro.*



*Nota:* fuente elaboración propia

## Figura 6

*Número de pasajeros transportados en algunos sistemas urbanos de transporte ferroviario subterráneo en América Latina en 2022 (en millones).*



*Nota:* fuente elaboración propia.

En el Perú actualmente cuenta con dos líneas de metro funcionando (Línea 1 del Metro de Lima en funcionamiento y Línea 2 del Metro de Lima y Callao con algunas estaciones en funcionamiento) y 4 en proyecto. La Red Básica del Metro de Lima y Callao fue aprobada mediante Decreto Supremo 059-2010-MTC la cual constituye el marco legal para el desarrollo de los estudios para los trazos definitivos, la localización de las estaciones y el inicio de las gestiones para la reserva de los derechos de vía correspondientes en todas las líneas que compondrán la red. La red básica contemplaba inicialmente la construcción de cinco líneas, sin embargo, en agosto de 2013 incorporó una línea más (Línea 6).

**Figura 7**

*Rutas de las 6 líneas de Metro de Lima y Callao.*



*Nota:* Proyección de las rutas de las 6 líneas del metro según portal de Metro Lima Net (Metro de Lima, 2024)

Las líneas que están operando a la actualidad son las Líneas del Metro 1 y la Línea 2 del Metro de Lima y Callao (Parcialmente). Las demás líneas del metro están en construcción o futura ejecución.

Línea 1 empezó a construirse en el año 1986 con una larga interrupción de más de dos décadas, retomándose luego el proceso de construcción a inicios del año 2010. Durante la primera etapa se construyó los primeros 9.85 km que va desde las estaciones de Villa El Salvador hasta Atocongo, siendo un trazado de vía doble desarrollado principalmente a nivel del suelo (aproximadamente 7 km) que, luego, continúa en viaducto elevado. Desde

esa fecha hasta inicios del 2010, la obra ha estado paralizada, realizándose únicamente labores de mantenimiento de la infraestructura existente.

### Figura 8

*Tren eléctrico, viaducto inconcluso.*



*Nota: El viaducto elevado de la Línea 1 del metro de Lima permaneció inconcluso por 20 años hasta que reanudo su construcción en 2010 (Aucahuasi, 2010).*

En la segunda etapa se continuó con la construcción de la estación Atocongo hasta la estación Grau, culminando así el Tramo 1, e iniciando la construcción del Tramo II, en viaducto elevado, que va desde la estación Grau hasta la estación Bayoyar en San Juan de Lurigancho.

### **Figura 9**

*Línea 1 del Metro de Lima*



*Nota: Línea 1 del metro de Lima cuenta con 26 estaciones (La Republica, 2023).*

La Línea 2 del Metro de Lima y Callao es la segunda línea del metro de Lima y Callao en ser operativa. En construcción desde 2014, la construcción que va de Oeste al este de la metrópoli, con 27 kilómetros de vía y un total de 27 estaciones. Su construcción y operación están a cargo del Consorcio Constructor Metro 2 de Lima (CCM2L). En diciembre de 2023 comenzó la operación gratuita en 5 estaciones que comprenden la etapa 1A entre las estaciones Evitamiento y Mercado Santa Anita, mientras que para septiembre de 2024 se iniciará la operación comercial de las mismas. Una vez que el metro Línea 2 de Lima y Callao este operativo, se calcula que será utilizada por más de 660 000 pasajeros al día, beneficiando a 2,5 millones de personas a lo largo de 35 kilómetros y 10 distritos: Ate, Santa Anita, El Agustino, San Luis, La Victoria, Lima, Breña, Bellavista, Carmen de La

Legua-Reynoso y Callao. Los trenes viajarán a una velocidad máxima de 90 kilómetros por hora cubriendo su itinerario en menos de 50 minutos. La construcción de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao fue anunciada en febrero de 2012 durante el gobierno de Ollanta Humala, que mediante el ministerio de Transportes y comunicaciones encargó a la agencia estatal Proinversión, la que preparó los estudios de factibilidad y el expediente técnico para la posterior convocatoria a la licitación internacional. El recorrido de la línea 2 es totalmente subterráneo y se interconectará con la actual Línea 1 del Metro. Luego del firmado del contrato del gobierno con el consorcio el 28 de abril de 2014, y el 29 de diciembre, se inauguraron las obras en el patio taller en el Anita.

### Figura 10

*Avance de la tuneladora "Delia" en las obras de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao.*



*Nota:* Tuneladora Delia en la estación Parque Murillo (El peruano, 2024).

## Figura 11

*Túnel de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao.*



*Nota:* Avance en obras civiles de estación Juan Pablo II (La Razón, 2025)

El 16 de agosto de 2016, los primeros trenes automáticos Ansaldo Breda construidos por Hitachi Rail Italy fueron embarcados desde el puerto de Salerno en Italia para ser arribados hasta el puerto del Callao en el mes de septiembre. En total un lote de 42 trenes en total se puso en construcción por Hitachi Rail Italy para ser entregados en 2019. El 10 de septiembre de 2016, llegó al puerto del Callao el primer tren completamente automático de marca Ansaldo Breda fabricado por Hitachi Rail Italy S.p.A..



La construcción del Metro 2 se ha dividido por etapas, las cuales se detallan a continuación:

La etapa 1 contempla la puesta en servicio de un primer sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi; y se subdivide en 2 etapas:

La etapa 1A que corresponde al tramo 5 comprendido entre las estaciones de Evitamiento y el Mercado Santa Anita, cuenta con 5 estaciones y 6 pozos de ventilación y emergencia.

Así como, un patio-taller en Santa Anita (destinado a actividades de mantenimiento y operación de los trenes). La etapa 1B comprende las estaciones entre la Plaza Bolognesi y el Hospital San Juan de Dios, y las que se encuentran entre Vista Alegre y la Municipalidad de Ate. Esta etapa cuenta con 11 estaciones y 10 pozos de ventilación y emergencia.

En la etapa 2 se ejecutarán trabajos en la Línea 2 del Metro de Lima correspondientes al Callao y el Ramal de la Línea 4. Este último tramo es el que desarrollará la segunda tuneladora que iniciará labores desde la estación Gambeta hasta la estación Carmen de la Legua. Esta etapa consta de 11 estaciones, 11 pozos de ventilación y emergencia; y 1 patio-taller en Bocanegra. En cuanto al Ramal de la Línea 4 adicionará 8 estaciones y 7 pozos de ventilación y emergencia; llegando al aeropuerto internacional Jorge Chávez.

**Figura 14**

*Etapas de avance de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao y ramal Línea 4.*



*Nota:* La imagen muestra las etapas de ejecución del consorcio constructor Metro 2 Lima (Coovias, 2022)

Luego de la construcción de la etapa 1 A se realizaron actividades de instalación de los detectores de humo. El proyecto de realizar la instalación de detectores de humo en 5 estaciones de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao, estaciones 20, 21, 22, 23 y 24 (Que abarca los distritos de Santa Anita y Ate) son parte de la etapa 1 A. Este proyecto de instalación de los detectores de humo fue ejecutado desde el mes de noviembre de 2021 y que finalizó con las pruebas finales en febrero 2022.

La etapa 1A comenzó las operaciones con usuarios el 21 de diciembre de 2023, con el inicio de la “marcha blanca” siendo del primer tren subterráneo del Perú, desde la estación Mercado de Santa Anita (E-24) hacia la estación Evitamiento (E-20) cuyo servicio es temporalmente gratuito durante el periodo de marcha blanca.

### **Figura 15**

*Línea 2 del metro de Lima inicia marcha blanca.*



*Nota: Ositrán supervisa avances de obras (Andina.pe, 2023)*

## 1.2 Descripción del problema de investigación

La necesidad de prevenir daños a las infraestructuras, a las personas y prevenir enfermedades ocupacionales tiene mucha importancia. Ello conlleva a que se apliquen sistemas de gestión de seguridad y salud en las distintas actividades que se ejecutan en los transportes como las de los metros de Lima. Las etapas de construcción y operaciones de las líneas de metros en el Perú están expuestas a múltiples peligros donde no desarrollar las actividades acompañadas de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo conllevaría a múltiples accidentes y daños a la salud.

En el siguiente gráfico se muestra el cuadro evolutivo de accidentes ocurridos en las instalaciones en el Metro Línea 1.

**Tabla 1**

*Cuadro evolutivo de accidentes por año en Línea 1 del Metro de Lima.*

ACCIDENTES													
DETALLE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
NÚMERO DE ACCIDENTES	0	135	153	223	276	288	400	520	939	226	221	448	679
NÚMERO DE PERSONAS HERIDAS		135	153	223	276	288	400	520	939	226	221	448	680
NÚMERO DE PERSONAS FALLECIDAS				1				1				1	
ACCIDENTE TIPO A		11	13	9	17	9	15	27	20	28	26	12	16
ACCIDENTE TIPO B		1	2	2			3	3	1	2	1	1	3
ACCIDENTE TIPO C				1				1				1	0

Accidente Tipo A: Accidente con daños materiales.  
 Accidente Tipo B: Accidente con daños materiales y heridos.  
 Accidente Tipo C: Accidente con daños materiales, heridos y/o fallecidos.

*Nota: Presentación del plan de negocios (Ositrán, 2024). 1) El número de accidentes considera los accidentes vehiculares externos producidos contra las infraestructuras de Línea 1 y los accidentes ocurridos dentro de la línea 1. 2) El número de personas heridos corresponde a los accidentes producidos en el sistema, que no involucran daños materiales. 3) El número de fallecidos corresponde a los accidentes vehiculares externos (Igual a los Accidentes Tipo C). 4) Los accidentes tipo A, B y C tienen como condición común que se haya producido un daño material acompañado de heridos o fallecidos, por ello se consideran los accidentes vehiculares.*

Durante las actividades de construcción del Línea 2 del Metro de Lima y Callao ocurrieron accidentes como lo informado por diario Gestión.

“Ocho obreros sufrieron accidente al colapsar una estructura eléctrica de la Línea 2 del Metro de Lima. El accidente se produjo en el cruce de las avenidas Morales Duárez y Faucett – Callao, sobre el río Rímac. Edelnor, la empresa que se encontraba adecuando las instalaciones eléctricas por donde pasara la Línea 2 del Metro de Lima, Edelnor aclaró que el puente que se vino abajo estaba diseñado solo para el pase de cables y no para el tránsito de personas.” (Diario Gestión, 2016).

### **1.3 Objetivos del estudio**

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

-Controlar los riesgos para evitar las pérdidas humanas durante la ejecución de las actividades de instalación de detectores de humo en la etapa 1 A de la Línea 2 de Metro de Lima.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

-Realizar el programa de gestión de SST para la actividad de instalación de detectores de humo.

-Cumplir con los requisitos en SST nacionales, así como las que implementa el consorcio constructor de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao.

-Mantener en nivel cero los índices de accidentabilidad.

### **1.4 Antecedentes investigativos**

Las actividades ejecutadas en los distintos proyectos están expuestas a múltiples peligros y el no aplicar una correcta gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo pueden desencadenar accidentes.

A continuación, se muestran mediante imágenes los registros de accidentes según el sector por cada año.

**Figura 16**

*Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo mortales 2021 - 2022*



*Nota:* Del grafico se muestra los accidentes mortales de los años 2021 en azul y 2022 en rojo. Imagen del portal MTPE / OGETIC / Oficina de estadística (Ministerio de trabajo y promoción del Empleo, 2022)

**Figura 17**

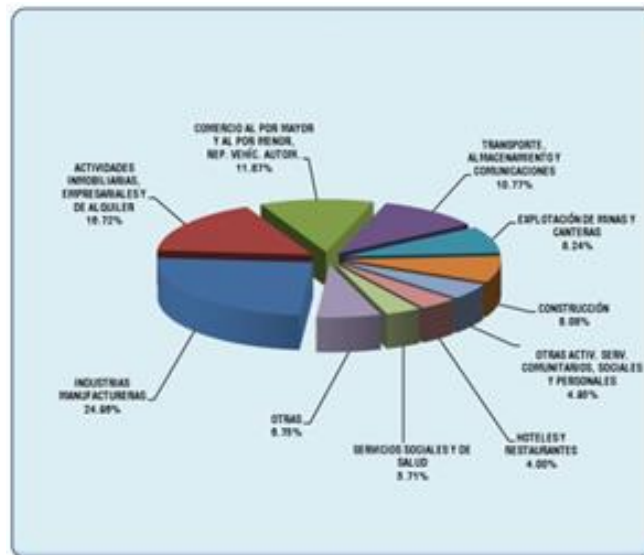
*Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo no mortales 2021 - 2022*



*Nota:* Del grafico se muestra los accidentes de trabajo no mortales de los años 2021 en azul y 2022 en rojo. Imagen del portal MTPE / OGETIC / Oficina de estadística (Ministerio de trabajo y promoción del Empleo, 2022).

**Figura 18**

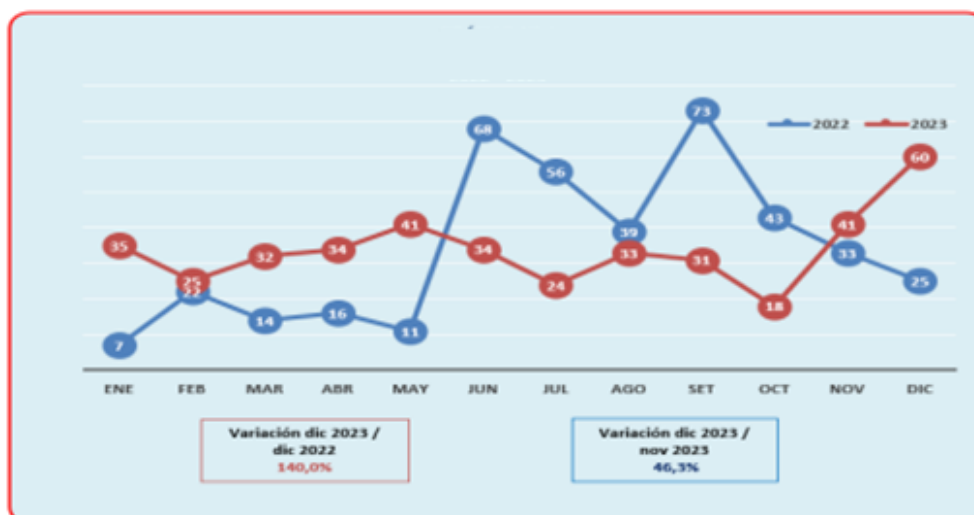
*Notificaciones de accidentes en porcentaje según actividad económica 2021 – 2022*



*Nota:* Del gráfico se muestra que el sector de industrias manufactureras tuvieron en mayor porcentaje las notificaciones de accidentes de trabajo. Imagen del portal MTPE / OGETIC / Oficina de estadística (Ministerio de trabajo y promoción del Empleo, 2022)

**Figura 19**

*Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo mortales 2022 - 2023*



*Nota:* Del gráfico se muestra los accidentes de trabajo mortales de los años 2022 en azul y 2023 en rojo. Imagen del portal MTPE / OGETIC / Oficina de estadística (Ministerio de trabajo y promoción del Empleo, 2023).

**Figura 20**

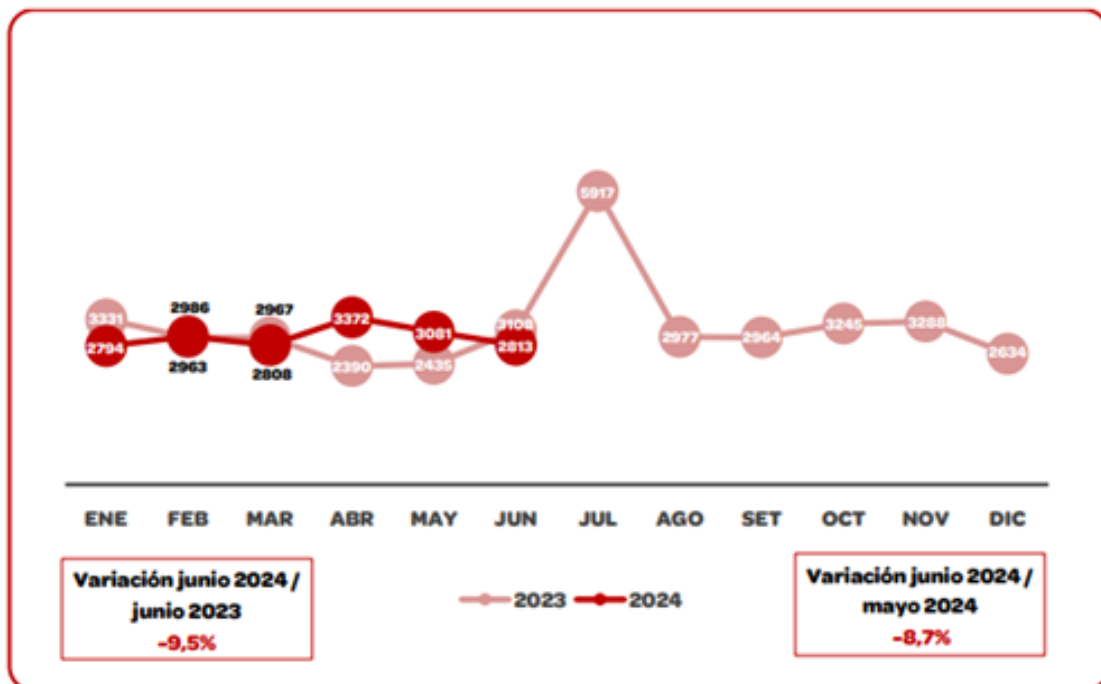
*Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo no mortales 2022 - 2023*



*Nota:* Del grafico se muestra los accidentes de trabajo no mortales de los años 2022 en azul y 2023 en rojo. Imagen del portal MTPE / OGETIC / Oficina de estadística (Ministerio de trabajo y promoción del Empleo, 2023).

**Figura 21**

*Evaluación mensual de las notificaciones de accidentes de trabajo no mortales 2023 - 2024*



Nota: De la figura en el mes de junio del 2024, se reportaron un total de 2 813 notificaciones de accidentes de trabajo no mortales, en la evaluación de la misma podemos ver una reducción de un 8,7% respecto al mes anterior (mayo de 2024), asimismo se contempla que esta cifra se ve reducida en un 9,5% respecto al año anterior (junio del 2023).

**Tabla 2**

*Notificaciones de accidentes mortales por actividad económica, según tipo de accidente diciembre 2024*

TIPO DE ACCIDENTE	ACTIVIDAD ECONÓMICA									TOTAL
	A	B	C	D	F	G	H	I	K	
<b>ATRAPADA POR UN OBJETO O ENTRE OBJETOS</b>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
ATRAPADA POR UN OBJETO	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<b>CONTACTO CON LA CORRIENTE ELÉCTRICA</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CAÍDAS DE OBJETOS</b>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
DERRUMBE (CAÍDAS DE MASAS DE TIERRA, DE ROCAS, DE PIEDRAS, DE NIEVE)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
CAÍDAS DE OBJETOS EN CURSO DE MANUTENCIÓN MANUAL	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<b>CAÍDAS DE PERSONAS</b>	-	-	-	1	-	-	-	1	1	3
CAÍDAS DE PERSONAS QUE OCURREN AL MISMO NIVEL	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
CAÍDAS DE PERSONAS QUE OCURREN A DISTINTO NIVEL [CAÍDAS DESDE ALTURAS (ÁRBOLES, EDIFICIOS, ANDAMIOS, ESCALERAS, MÁQUINAS DE TRABAJO, VEHÍCULOS) Y EN PROFUNDIDADES (POZOS, FOSOS, EXCAVACIONES, ABERTURAS EN EL SUELO)]	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2
<b>EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON, TEMPERATURAS EXTREMAS</b>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
CONTACTO CON SUSTANCIAS U OBJETOS ARDIENTES	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<b>EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON, SUSTANCIAS NOCIVAS O RADIACIONES</b>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>ESFUERZOS EXCESIVOS O FALSOS MOVIMIENTOS</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESFUERZOS FÍSICOS EXCESIVOS AL LEVANTAR OBJETOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PISADAS SOBRE, CHOQUES CONTRA, O GOLPES POR OBJETOS, A EXCEPCIÓN DE CAÍDAS DE OBJETOS</b>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
GOLPES POR OBJETOS MÓVILES (COMPREDIDOS LOS FRAGMENTOS VOLANTES Y LAS PARTÍCULAS), A EXCEPCIÓN DE LOS GOLPES POR OBJETOS QUE CAEN	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
CHOQUE CONTRA OBJETOS MÓVILES	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<b>PUNZO CORTANTES</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>OTRAS FORMAS DE ACCIDENTE NO CLASIFICADAS POR FALTA DE DATOS SUFICIENTES</b>	3	-	-	1	3	1	-	-	1	9
<b>TOTAL</b>	3	1	1	2	5	1	1	2	3	19

Nota: Las actividades económicas son:

A-Agricultura, ganadería, caza y silvíc.

- B-Pesca
- C-Explotación de minas y canteras.
- D-Industrias manufactureras.
- E-Suministro, electricidad, gas y agua.
- F-Construcción.
- G-Comercio, rep. De vehículos, aut., mot.
- H-Hoteles y restaurantes.
- I-Transportes, almacenamiento y común.
- J-Intermediación financiera.
- k-Act. Inmobiliaria, emp. y alquileres.
- L-Administración pública, planes de seguridad social.
- M-Enseñanza.
- N-Servicios sociales y de salud.
- O- Otras actividades, servicio com. Soc. y per.
- P-Hogar, privado como servicio doméstico.
- Q-Organismos y órganos extraterritoriales.

Los accidentes se han presentado en distintos rubros y el desarrollar un programa de seguridad y Salud en el trabajo previene la ocurrencia de los accidentes. Los metros de Lima no han estado ajenos a la ocurrencia de los accidentes.

## **Figura 22**

*Accidente de un vehículo en Línea 2 del Metro de Lima*



*Nota:* Un vehículo cayó en una zanja de las obras de la línea 2 del Metro de Lima (Infobae, 2022).

Esto ha conllevado a tesis abordando la prevención de accidentes como la tesis de Maticorena Cabrera (2019) en su tesis de estudio “Mejora en la gestión de la seguridad operacional en la Línea 1 del Metro de Lima” donde plantea su objetivo de realizar una solución para la reducción de accidentes de pasajeros transportados y la reducción de noticias negativas, esto mediante el diagnóstico del procedimiento IPERC, el diagnóstico del procedimiento de atención de primeros auxilios. Luego de encontrar las causas raíces de los accidentes, implemento el sistema de gestión de seguridad operacional que logro el beneficio de la implementación del sistema de gestión de seguridad operacional llevada en la Línea 1 del Metro de Lima.

Córdova Venegas et al. (2017) en su tesis “Sistema de detección, alarma y extinción de incendios de planta Atocongo” nos muestra su objetivo de mejorar los procesos para el aumento de la probabilidad de éxito en su sistema de gestión Integral y el cumplimiento con la normativa nacional. Al final del estudio cumple con la normativa nacional y asegura la integridad de la planta, la de los trabajadores y la continuidad sostenible de sus operaciones.

## **Capítulo II. Marcos teórico y conceptual**

### **2.1 Marco teórico**

#### ***2.1.1 Seguridad en la instalación de sistema de detección contra incendio***

La correcta instalación de los equipos siguiendo los requisitos en el diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de detección y alarma aseguran el correcto funcionamiento y la protección del personal de trabajo y de la propiedad donde se instala.

Seguir los lineamientos de La norma ISO 7240 garantiza la eficacia y seguridad durante el diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas contra incendio como las de los detectores de humo (Norma ISO 7240, 2014).

#### ***2.1.2 Programa de gestión de seguridad y salud en el trabajo:***

Ante alguna desviación del programa de seguridad y salud ocasiona los distintos accidentes en los proyectos como construcción, eléctricos o la de detectores de humo. En las figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 del presente trabajo de suficiencia profesional se puede visualizar las estadísticas de accidentes que figuran en el portal del ministerio de trabajo, donde cada mes y año se realiza una estadística de los accidentes comunes en cada sector de trabajo.

En el 2019 en la Línea 1 del metro de Lima, se redujo los índices de accidentes en pasajeros luego de la elaboración de la tesis de la “Mejora en gestión de seguridad operacional en la Línea 1 del Metro de Lima”. Con la mejora del sistema de gestión se redujo la cantidad de accidentes de pasajeros en más 10% respecto al año 2018, asimismo logro una reducción significativa en el valor de las noticias negativas respecto al año 2018 (Maticorena, 2019).

Elaborar un programa de gestión de seguridad y salud en el trabajo aplicando el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) es una herramienta con metodología estructurada que ayuda a gestionar eficazmente los riesgos laborales.

### **2.1.3 Ciclo P-H-V-A en Programa de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo**

Comúnmente más conocido en español como ciclo Deming o PHVA (el acrónimo de Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) es una metodología de resolución de problemas para mejorar la gestión procesos e implementar cambios. El ciclo PHVA es un método de ciclo de mejora continua. Esto quiere decir que no supone un proceso que se ejecuta una sola vez, sino que es un procedimiento circular y continuo que busca mejorar los procesos e iteraciones. Al seguir el ciclo PHVA, los equipos desarrollan hipótesis, ponen a prueba las ideas y las mejoran.

El ciclo PHVA es una técnica muy útil para abordar, analizar y resolver problemas en empresas. Dado que el ciclo PHVA se basa en el proceso de mejora continua, ofrece un alto nivel de flexibilidad y mejora iterativa. Esta metodología PDCA es ampliamente utilizada en sistemas de gestión de calidad, como la norma ISO 9001, para garantizar la mejora continua y la satisfacción del cliente.

#### **2.1.3.1. El origen y significado del ciclo PHVA**

El ciclo PHVA o ciclo de Deming fue introducida por primera vez por Walter Shewhart, el padre del control estadístico de la calidad. En su libro, Control económico de la calidad de productos manufacturados, Shewhart aplicó el método científico al control económico de la calidad.

La tesis de Shewhart fue posteriormente desarrollada por William Edwards Deming, quien defendía el trabajo de Shewhart. Lo que hizo Deming fue ampliar la idea de Shewhart utilizando el método científico, no solo para el control de la calidad, sino también para la mejora de los procesos.

Deming se dedicó a enseñar el método, al que llamó el ciclo Shewhart, a ingenieros japoneses. Es ahí cuando el ciclo Shewhart se mezcló con el método Kaizen (principio japonés de mejora continua, desarrollado por Kaoru Ishikawa), el sistema de producción de Toyota y el modelo Lean de manufactura o producción ajustada, para convertirse en lo que hoy llamamos el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA).

Hoy en día, el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar se usa en programas de gestión de seguridad y salud en el trabajo proyectos. Esta metodología recibe muchos nombres, entre ellos:

- Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar o PHVA.
- Ciclo PDCA (siglas que representan Plan, Do, Check, Act),
- Ciclo de Deming o rueda de Deming.
- Ciclo Shewhart.
- Ciclo de control.
- Ciclo Planificar-Hacer-Estudiar-Actuar o ciclo PHEA (o PDCA, por sus siglas en inglés).

Es importante mencionar que el significado de P.D.C.A en inglés corresponde a Plan, Do, Check, Act, lo que facilita su reconocimiento internacional.

#### **2.1.3.2. Etapas del ciclo PHVA en seguridad y salud en el trabajo**

En la ISO 45001 el enfoque del sistema de gestión de la SST se basa en el concepto Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). El ciclo PVHA se adapta a las necesidades de SST, permitiendo mejorar continuamente las condiciones de trabajo.

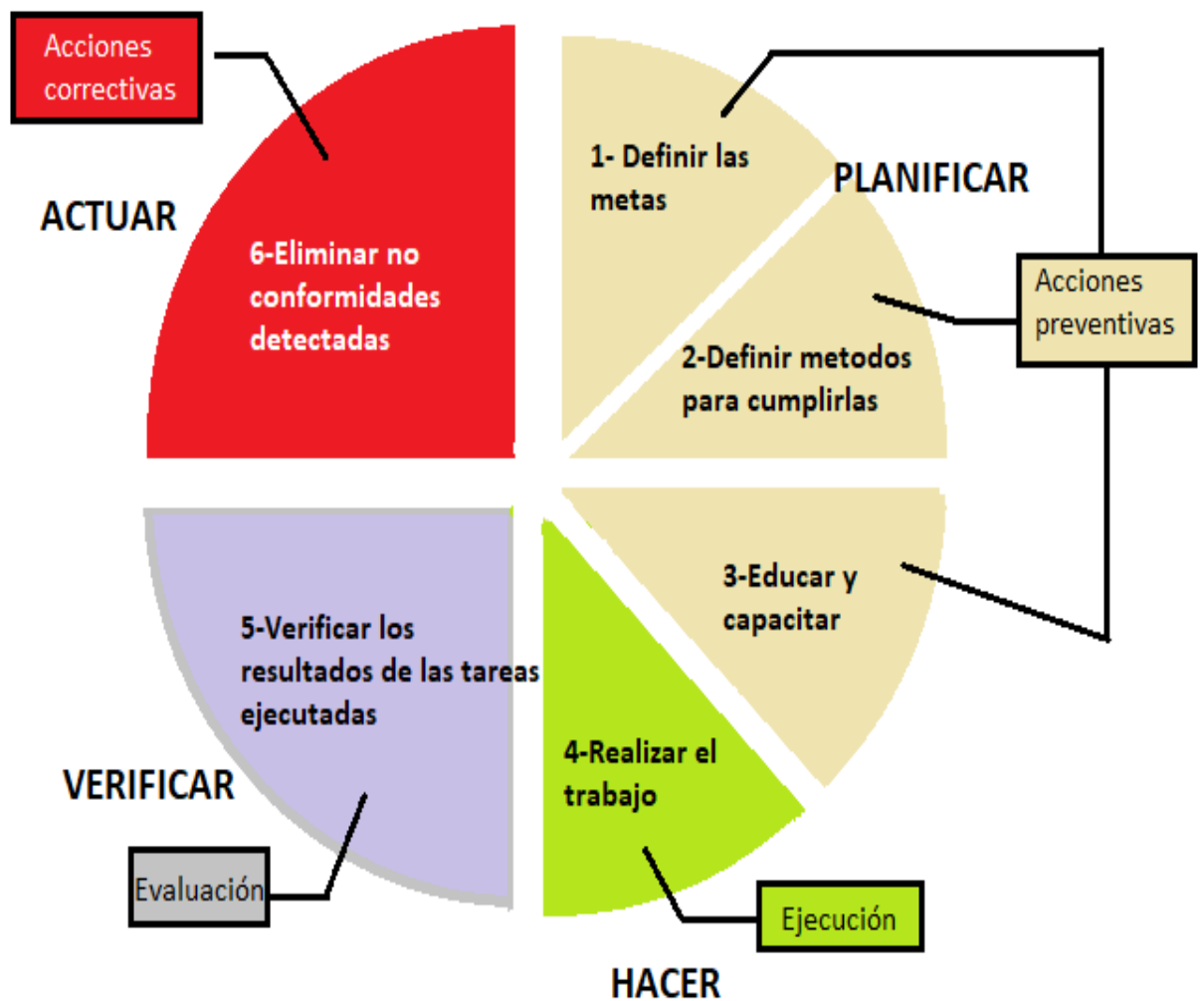
Se detalla los pasos para realizar el programa de gestión con el ciclo Deming.

- a) Planificar: determinar y evaluar los riesgos para la SST, las oportunidades para la SST y otros riesgos y otras oportunidades, establecer los objetivos de la SST y los procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política de la SST de la organización;
- b) Hacer: implementar los procesos según lo planificado;
- c) Verificar: hacer el seguimiento y la medición de las actividades y los procesos respecto a la política y los objetivos de la SST, e informar sobre los resultados;
- d) Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de la SST para alcanzar los resultados previstos.

La ISO 45001 incorpora el concepto PHVA en un nuevo marco de referencia, como se muestra en la Figura 17 (Norma ISO 45001:2018).

**Figura 23**

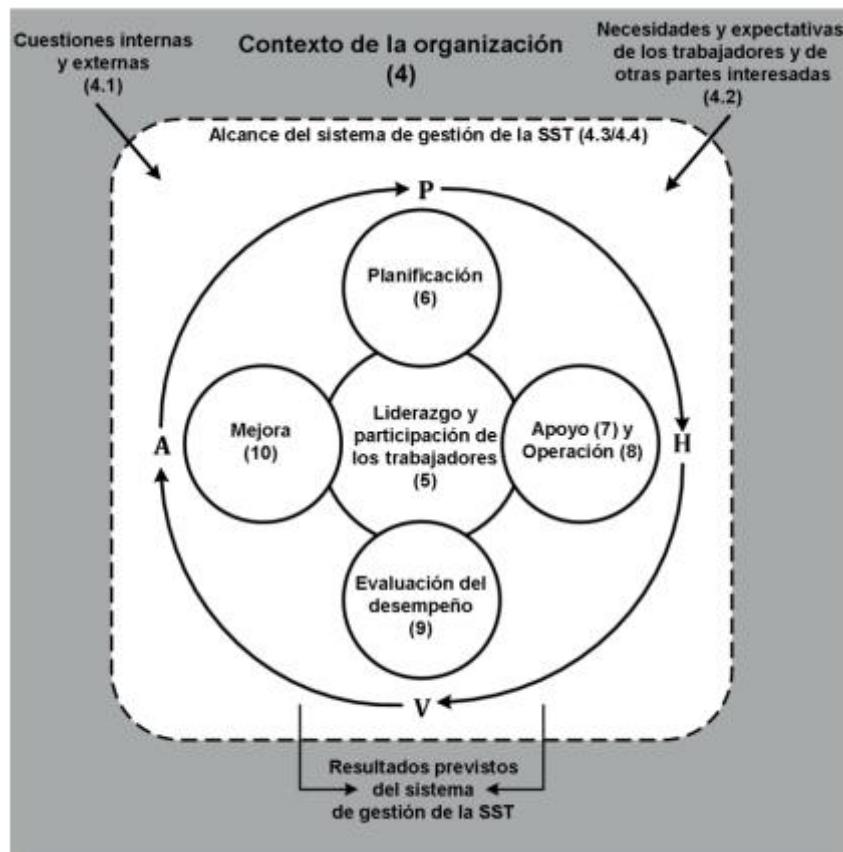
*Ciclo de Deming o rueda de Deming*



Nota: Fuente: Elaboración propia

**Figura 24**

*Incorporación del ciclo PHVA en el nuevo marco de la ISO 45001.*



*Nota:* Extraído de la ISO 45001 (ISO 45001, 2018)

Ejemplo de un programa de SST aplicando el ciclo PHVA:

- Planificar: Identificación de peligros y evaluación de riesgos, definición de los objetivos y metas, desarrollo de los documentos de gestión como procedimientos, formatos, etc.
- Hacer: Registros de inspecciones de SST, registro de exámenes médicos, registro de capacitaciones, etc.
- Verificar: Etapa de verificación del cumplimiento de los programas de SST, verificación del cumplimiento del programa de capacitación, auditorías.
- Actuar: Realizar los ajustes o nuevos objetivos y metas como mejora de la gestión.

#### **2.1.4 Peligro**

Fuente, situación o acto con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades o la combinación de ellas (Norma OHSAS 18001, 2007).

Fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud.

Nota 1: Los peligros pueden incluir fuentes con el potencial de causar daños o situaciones peligrosas o circunstancias con el potencial de exposición que conduzca a lesiones y deterioro de la salud (Norma ISO 45001, 2018).

#### **2.1.5 Riesgo**

Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento o exposición peligrosa y la severidad de las lesiones o daños o enfermedad que puede provocar el evento o la exposición (Norma OHSAS 18001, 2007).

Según la ISO 45001 es el efecto de la incertidumbre.

Nota 1: Un efecto es una desviación de lo esperado — positiva o negativa.

Nota 2: Incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o su probabilidad.

Nota 3: Con frecuencia el riesgo se caracteriza por referencia a “eventos” potenciales y “consecuencias” o una combinación de éstos.

Nota 4: Con frecuencia el riesgo se expresa en términos de una combinación de las consecuencias de un evento y la “probabilidad” asociada de que ocurra.

Nota 5: En este documento, cuando se utiliza el término “riesgos y oportunidades” significa riesgos para la SST, oportunidades para la SST y otros riesgos y otras oportunidades para el sistema de gestión.

Nota 6: Este constituye uno de los términos comunes y definiciones esenciales de las normas de sistemas de gestión de ISO. La Nota 5 se ha añadido para clarificar el término “riesgos y oportunidades” en su uso para este documento (Norma ISO 45001, 2018).

### **2.1.6 Identificación de peligros**

Proceso de reconocimiento de una situación de peligro existente y definición de sus características (Norma OHSAS 18001, 2007).

### **2.1.7 Evaluación de riesgo**

Proceso de evaluación de riesgos derivados de un peligro teniendo en cuenta la adecuación de los controles existentes y la toma de decisión si el riesgo es aceptable o no (Norma OHSAS 18001, 2007).

De acuerdo a la ley 29783, en donde se hace énfasis en los trabajadores y sus organizaciones sindicales como participantes de la evaluación de riesgos y en la elaboración del mapa de riesgos. (Ley 29783 ley de seguridad y salud en el trabajo, 2011)

### **2.1.8 Accidentes**

Es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, y aun fuera del lugar y horas en que se labora. Según su gravedad pueden ser (Ley 29783 ley de seguridad y salud en el trabajo, 2011):

**2.1.8.1. Accidente Leve:** La lesión establece de acuerdo al diagnóstico médico un descanso con reposición a labores al día siguiente de lo que ocurrió el suceso.

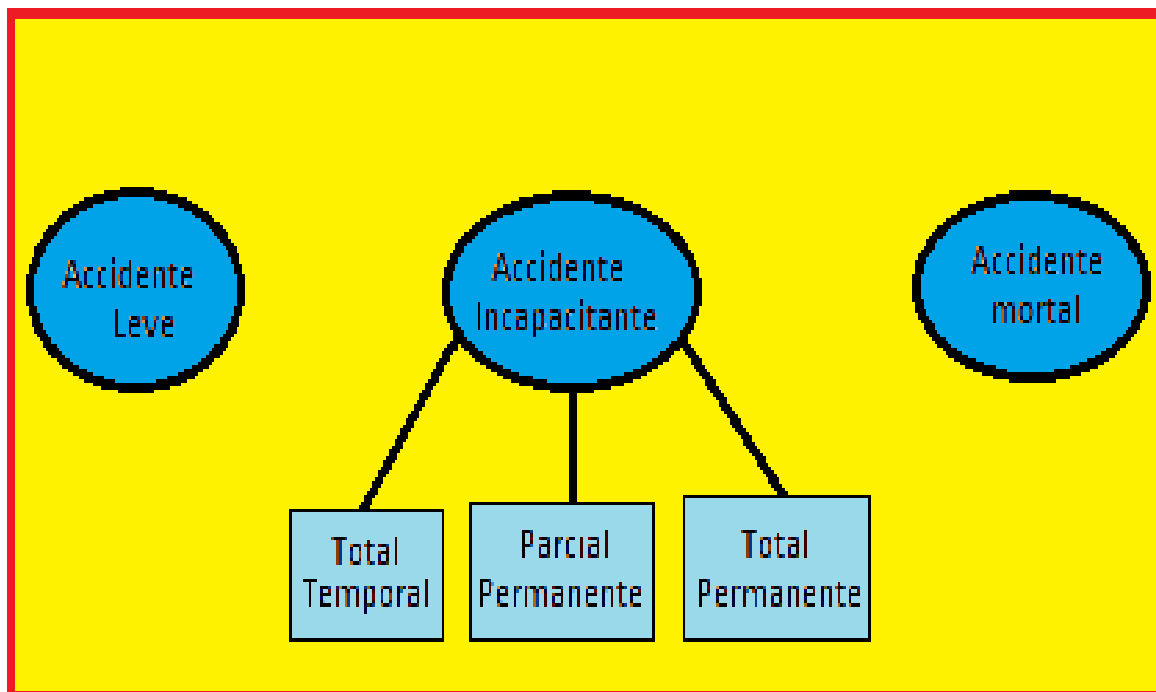
**2.1.8.2. Accidente Incapacitante:** La lesión de acuerdo al diagnóstico médico establece descanso médico de la persona que sufrió la lesión. Pueden ser:

- Total Temporal: El accidente en la persona ocasiona la dificultad de mover o utilizar alguna parte de su organismo. El descanso medico es hasta la recuperación.
- Parcial Permanente: El accidente ocasiona la pérdida parcial de un órgano o miembro.
- Total Permanente: El accidente ocasiona una perdida funcional total de un órgano o miembro. También es la perdida anatómica como la del dedo meñique.

**2.1.8.3. Accidente mortal:** Aquí el accidente ocasiono la muerte de la persona que sufre el accidente.

**Figura 25**

*Tipo de accidente*



*Nota:* Elaboración fuente propia

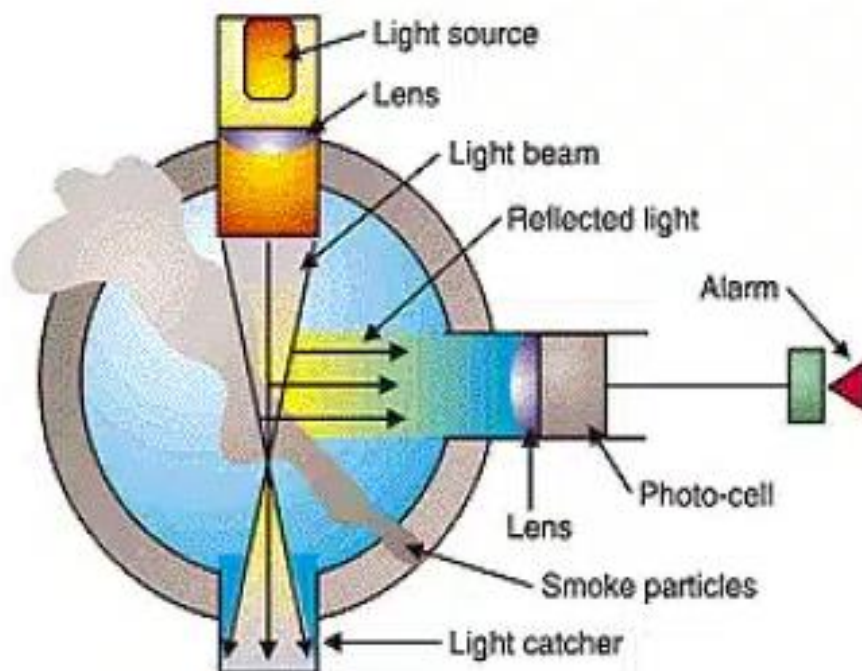
## 2.2 Marco conceptual

### 2.2.1 Detectores de humo fotoeléctricos

Estos detectores funcionan con el principio de dispersión de luz. En el interior de la cámara del detector, se encuentra un LED emisor de luz y un fotosensor. La luz emitida por el LED incide en un área de la cámara donde no puede ser captada por el fotosensor, esta es la condición "normal" del detector.

**Figura 26**

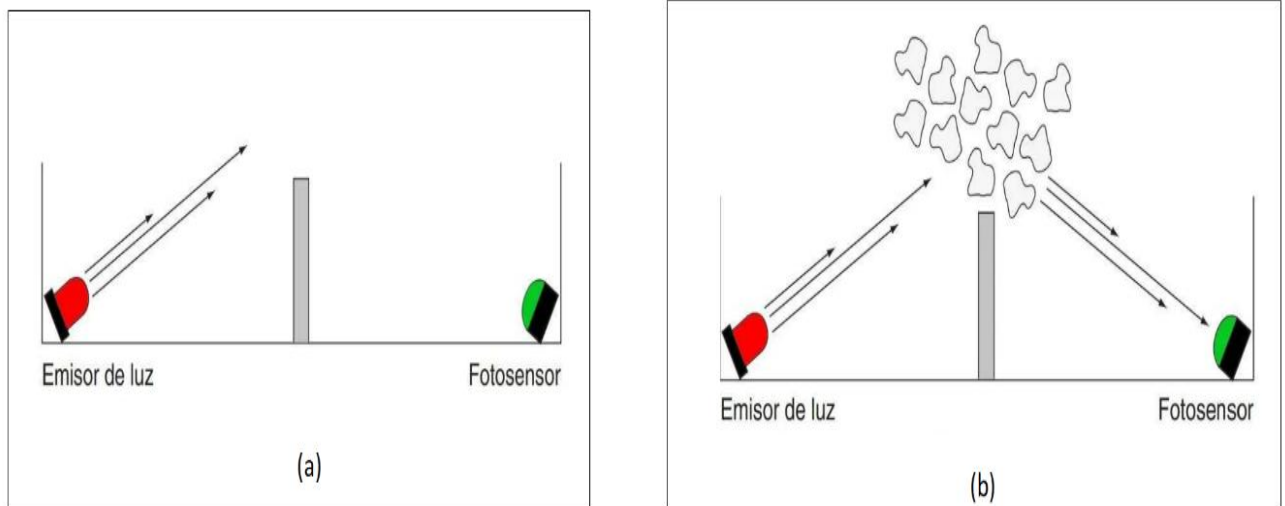
*Funcionamiento del detector de humo fotoeléctrico.*



*Nota:* Funcionamiento del detector de humo fotoeléctrico. (SH Ingeniería, 2025)

## Figura 27

Principio de funcionamiento de los detectores de humo fotoeléctricos. (a) Detector por dispersión de luz. (b) Detector por dispersión de luz con humo.



*Nota:* Se visualiza el funcionamiento del detector fotoeléctrico, mediante el rebote de la luz con las partículas del humo permite el reflejo de la luz hacia el fotosensor e ahí su detección. Fuente portal prevención Rímac riesgos patrimoniales, detectores automáticos de humo. (Seguros Rimac, 2017).

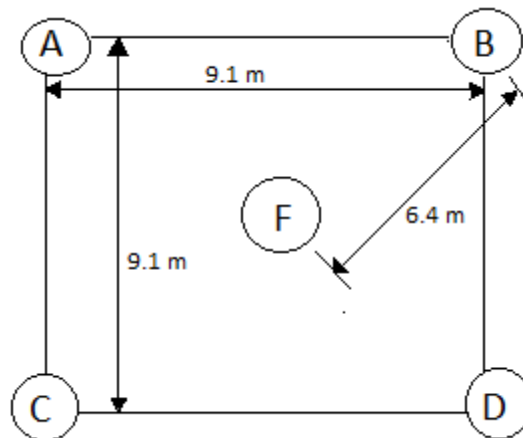
Cuando se genera un incendio también se origina humo que entra en la cámara del detector, y obscurece el medio en el que se propaga la luz emitida por el LED, esto hace que la luz de dicho emisor se disperse y se refleje hacia el fotosensor, que al recibir la luz genera la condición de alarma.

### 2.2.2 Espaciamiento de detectores de humo fotoeléctrico

Se denomina espaciamiento a la separación horizontal (en metros) entre detectores; o a la máxima cobertura (en m<sup>2</sup>), siendo también un indicador de sensibilidad. En techo plano cuando no tiene vigas, o tiene vigas de altura menor a 10 cm. “S” es el espaciamiento o la distancia de separación entre detectores, usualmente de 9.0 m; aunque puede ser diferente a 9.0 m si se especifica en la hoja técnica del dispositivo.

## Figura 28

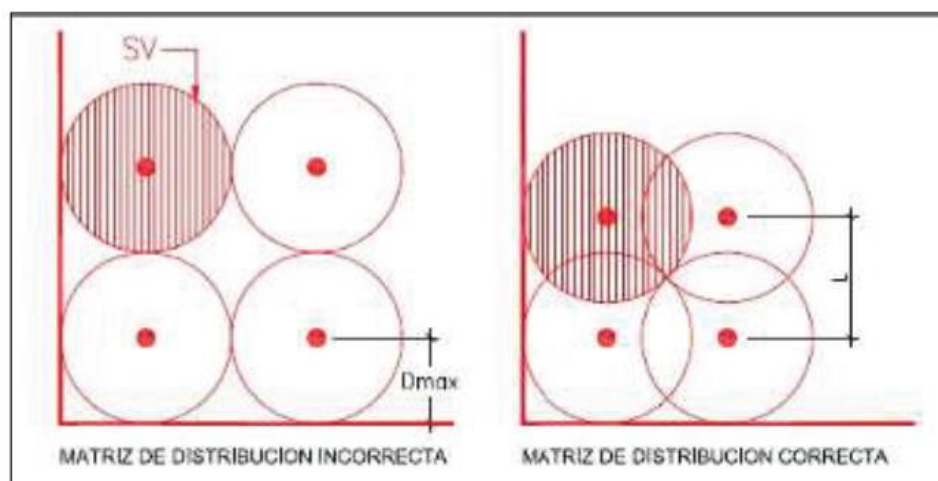
Espaciamiento de los detectores de humo fotoeléctrico.



*Nota:* Para conocer el área protegida del detector, se dibuja un círculo de 6.4 m de radio tomando como centro cada detector. Todo cuadrado o rectángulo inscrito en el círculo, estará protegido por un detector, mientras que los espacios fuera de estos radios se consideran desprotegidos. Fuente portal prevención Rímac riesgos patrimoniales, detectores automáticos de humo. (Seguros Rimac, 2017).

## Figura 29

Cobertura de los detectores en techos.



*Nota: El área circular es la cobertura de detección del detector, en techos, para una mayor protección, se interseca las áreas circulares para evitar que exista zonas donde el detector no pueda detectar a tiempo un incendio (Seguros Rimac, 2017).*

Cuando el techo presente vigas y tiene más de 10 cm de altura. Se presenta los siguientes casos:

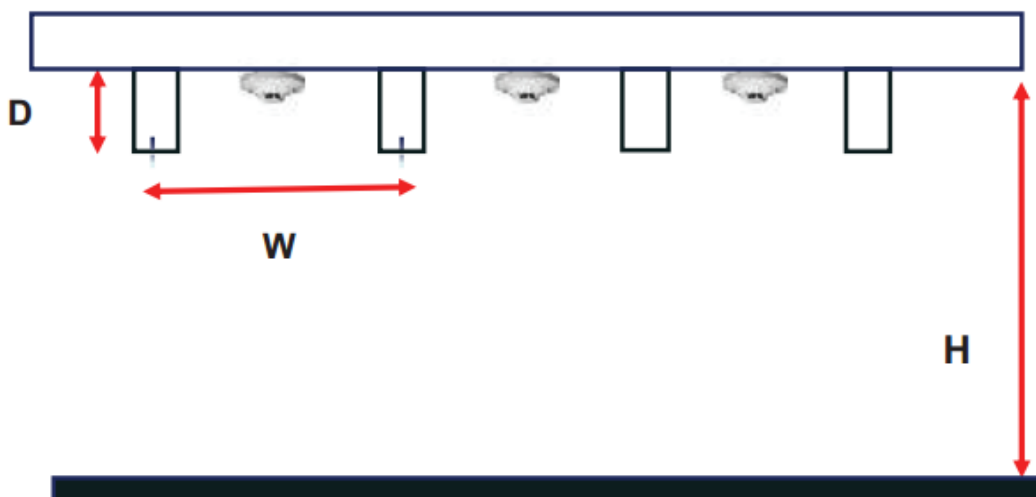
D = altura de la viga (desde el techo a la parte inferior de la viga); H = altura del piso al techo; W = distancia entre vigas.

- Si  $D/H > 0.10$ , y  $W/H > 0.40$

En este caso se instala un detector en cada paño en el techo, entre cada viga:

**Figura 30**

*Distribución de detectores entre vigas  $D/H > 0.10$  y  $W/H > 0.40$ .*



*Nota: D= Altura de la viga (Desde el techo a la parte inferior de la viga)*

*H= Altura del piso al techo.*

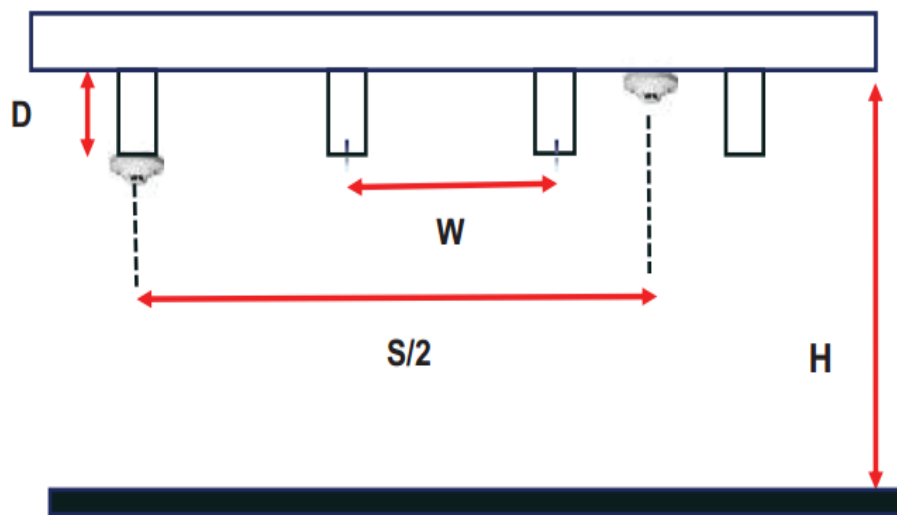
*W= Distancia entre vigas (Seguros Rimac, 2017).*

- Si  $D/H > 0.10$ , y  $W/H < 0.40$

En este caso las vigas se consideran obstrucciones, se instala en la parte inferior de una viga y otro en el paño del techo a  $S/2$  de distancia entre ambos puntos, y así sucesivamente:

**Figura 31**

*Distribución de detectores entre vigas  $D/H > 0.10$  y  $W/H < 0.40$*



*Nota:* D= Altura de la viga (Desde el techo a la parte inferior de la viga)

H= Altura del piso al techo.

W= Distancia entre vigas

S= Distancia de separación entre detectores (Seguros Rimac, 2017).

### **2.2.3 Limitaciones de los detectores de humo fotoeléctrico**

Así, como los sistemas de detección pueden ser muy útiles para alertar y prevenir un incendio, también son susceptibles a fallos debidos que como cualquier sistema cuentan con algunas limitaciones, por ejemplo:

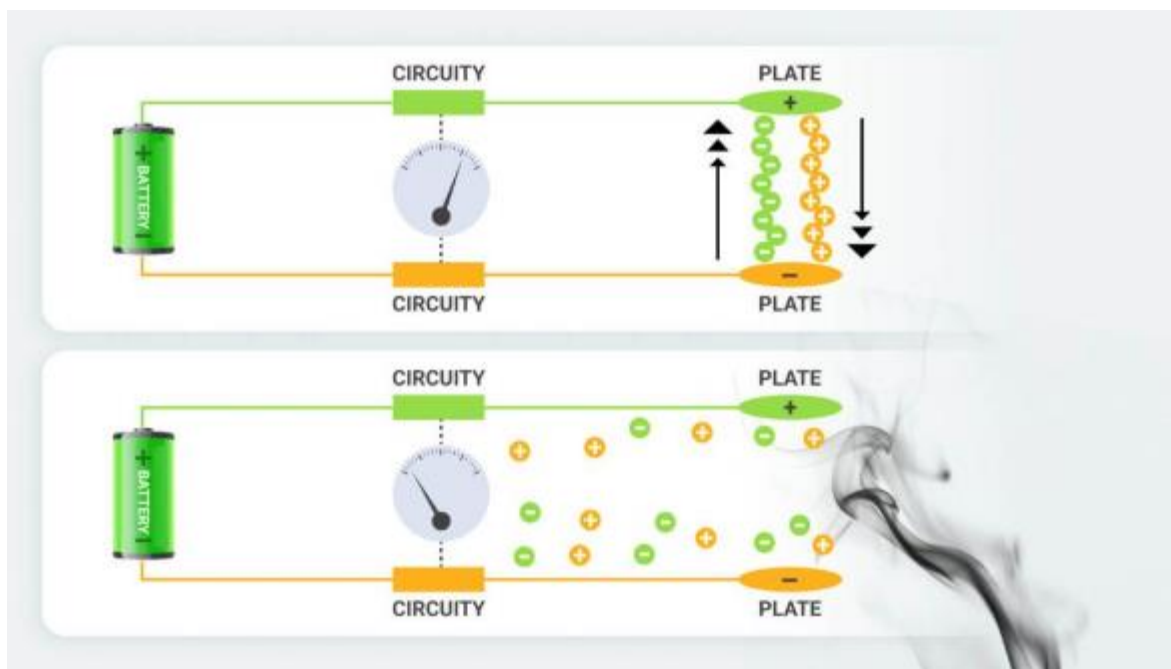
- Las partículas del humo de un incendio pueden no llegar a los detectores de humo.
- La cantidad de humo puede ser insuficiente para activar los detectores de humo.
- Los detectores de humo, incluso cuando funcionan correctamente, tienen limitaciones de detección. Los detectores de humo fotoeléctricos tienden a detectar mejor los incendios

que arden sin llamas que los que producen llamas y tienen poco humo visible. Los detectores de humo iónicos tienden a detectar mejor los incendios que producen llamas rápidamente que los incendios que arden sin llamas. Los incendios se desarrollan de diferentes maneras y su avance es a menudo impredecible, no puede afirmarse que un tipo de detector se necesariamente el adecuado.

-Los detectores de humo son pasibles de emitir falsas alarmas, por ejemplo, cuando son instalados en los ambientes polvorientos o con vapor.

### Figura 32

*Detectores de humo por ionización.*



*Nota:* Se visualiza el funcionamiento del detector de humo por ionización y dentro una cámara de ionización que contiene una pequeña cantidad de material radiactivo americio 241 que libera partículas alfa que ionizan el aire en la cámara, creando una corriente débil. Cuando ocurre un incendio, las partículas de humo ingresan a la cámara de ionización, neutralizando los iones en el aire, reduciendo la corriente y activando la alarma (Roombanker, 2024).

#### **2.2.4 Identificación de peligros y evaluación de riesgos**

De acuerdo al manual de la SUNAFIL el proceso de la identificación de peligros y evaluación de riesgos, debe ser efectuados por personal competente, en consulta con los trabajadores y sus representantes ante el CSST o supervisor de seguridad y salud en el trabajo. Además, debe considerar todos los aspectos del trabajo, entorno o ambiente de trabajo, estructuras, instalaciones, maquinaria y herramientas de trabajo, así como los peligros y riesgos de tipo químico, físico, biológico, psicosocial y disergonómico que existen en el entorno de trabajo. Luego se realiza la evaluación de riesgos tomando en cuenta todo lo concerniente a la empresa, información, características, condiciones del centro de labores, condiciones físicas y de salud del personal que realiza labores, la complejidad de la empresa, los equipos que se usan y colocando la valoración respectiva a los riesgos de manera objetiva y estableciendo los criterios confiables en los resultados (SUNAFIL Manual para la determinación de peligros y evaluación de riesgos y determinación de controles, 2022).

De acuerdo a la RM N° 050 TR 2013, en la identificación de los peligros se observa e identifica y analiza cada peligro y factor de riesgo del entorno de trabajo, los equipos, herramientas y sus agentes como los biológicos, físicos, químicos y disergonómicos que existen en el entorno laboral. En la etapa de realizar la evaluación de los riesgos se incluye la información de la empresa, de los equipos, las dificultades en las actividades, las condiciones físicas y las de la salud del personal que realiza labores y puntuando la valoración respectiva de los riesgos de manera objetiva y estableciendo los criterios confiables en los resultados (Resolución Ministerial N°050 TR, 2013).

Se debe de considerar lo siguiente:

- Que el análisis sea muy completo y que estas incluyan los orígenes, las causas de los orígenes y los efectos de los accidentes e incidentes.
- Que el objeto de análisis sea muy consistente con la metodología que se escogió.
- Que sea muy objetivo la realidad del entorno de trabajo.

- En resumen, en la identificación de los peligros y en la evaluación de los riesgos, las consultas que se realicen son las acciones más importantes de esta metodología usada.

### **2.2.5 Método Identificación de peligros y evaluación de riesgos**

**2.2.5.1. Método Cualitativo:** En este método cualitativo la Identificación de peligros se toma desde el inicio de un accidente, y se va desarrollando según las características que dieron lugar al accidente. Las clasificaciones son:

- Análisis Histórico de Riesgos
- Análisis Preliminar de Riesgos
- Análisis: ¿Qué Pasa Sí?
- Análisis mediante listas de comprobación

**2.2.5.2. Método Cuantitativo:** En el método cuantitativo se observa el desarrollo del accidente desde el inicio (Las fallas en los equipos, en las operaciones) y llegar a la variabilidad de los riesgos con lo peculiar que es cada variación del riesgo para instalaciones, personas, edificaciones, etc. El objetivo de este método es la de identificar los riesgos desde sus orígenes, así como la de identificar los riesgos durante y hasta el final.

Algunas clasificaciones:

- Método cuantitativo soportado en el análisis de árboles de fallos.
- Método cuantitativo soportado en análisis de árboles de sucesos.
- Método cuantitativo de causas y sus consecuencias.

**2.2.5.3. Método comparativo:** El método comparativo proviene de situaciones previas que se hayan suscitado en el lugar como los registros de accidentes que se hayan dado en la zona de trabajo. Estos están clasificados en códigos o en listas para su identificación.

**2.2.5.4. Método generalizado:** Este método generalizado otorga herramientas de análisis muy útiles para cualquier situación que se va a evaluar, convirtiéndolos en esquemas lógicos y aplicables en la evaluación. Se muestran 3 modelos útiles para

la identificación y evaluación de riesgos donde se aplica en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (Resolución Ministerial N°050 TR, 2013).

#### 2.2.5.4.1. Primer modelo del método de generalización

Método generalizado: Proporcionan esquemas de razonamientos aplicables en principio a cualquier situación que los convierte en análisis versátiles de gran utilidad. A continuación, presentamos tres modelos de métodos generalizados que pueden servir como referencia para el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (Resolución Ministerial N°050 TR, 2013).

- Modelo 1 del método generalizado:

Matriz de evaluación de riesgos de 6 x 5

**Tabla 3**

*Cuadro de severidad de las consecuencias vs probabilidad / frecuencia.*

<b>SEVERIDAD</b>	<b>Catastróficos (50)</b>	50	100	150	200	250
	<b>Mayor (20)</b>	20	40	60	80	100
	<b>Moderado alto (10)</b>	10	20	30	40	50
	<b>Moderado (5)</b>	5	10	15	20	25
	<b>Moderado Leve (2)</b>	2	4	6	8	10
	<b>Mínima (1)</b>	1	2	3	4	5
		<b>Escasa (1)</b>	<b>Baja probabilidad (2)</b>	<b>Puede suceder (3)</b>	<b>Probable (4)</b>	<b>Muy probable (5)</b>
<b>PROBABILIDAD</b>						

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 4**

*Cuadro de valoración de riesgos.*

VALORACIÓN DE RIESGOS		
<b>RIESGO CRITICO</b>	<b>ROJO</b>	50<X<= 250
<b>RIESGO ALTO</b>	<b>NARANJA</b>	10<X<=50
<b>RIESGO MEDIO</b>	<b>AMARILLO</b>	3<X<=10
<b>RIESGO BAJO</b>	<b>VERDE</b>	X<=3

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 5**

*Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.*

**Razón Social o Denominación**

**Social:** \_\_\_\_\_

**Area:** \_\_\_\_\_ **Proceso:** \_\_\_\_\_

N°	ACTIVIDAD	PELIGRO	CONSECUENCIA RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES	EVALUACIÓN DE RIESGO / IMPACTO			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE
					SEGURIDAD Y SALUD				
					PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	Mr PKS		
1	Regado y desatado	Roca suelta	Desprendimiento de rocas / daño a la salud	Cumplimiento de procedimiento de desatado de rocas desde un lugar seguro	4	50	200	Capacitación, actualización de procedimientos	Residente
2									

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

- Modelo 2 del método generalizado:

Matriz IPER

Para esta matriz se consideran lo siguiente:

- a) Nivel de probabilidad (NP): Esta referido al nivel de ocurrencia del daño y se debe de tomar las variables del nivel de deficiencia detectado y si las medidas de control son adecuadas según la escala:

**Tabla 6**

*Nivel de probabilidad de ocurrencia del daño.*

<b>BAJA</b>	El daño ocurrirá raras veces.
<b>MEDIA</b>	El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
<b>ALTA</b>	El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

- b) Nivel de consecuencias previsibles: Aquí consideramos las partes del cuerpo humano que se vieron afectados y la naturaleza del daño de acuerdo a la siguiente escala:

**Tabla 7**

*Nivel de consecuencias previsibles.*

<b>LIGERAMENTE DAÑINO</b>	Lesión sin incapacidad: pequeños cortes o magulladuras, irritación de los ojos por polvo. Molestias e incomodidad: dolor de cabeza, disconfort.
<b>DAÑINO</b>	Lesión con incapacidad temporal: fracturas menores. Daño a la salud reversible: sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos.
<b>EXTREMADAMENTE DAÑINO</b>	Lesión con incapacidad permanente: amputaciones, fracturas mayores. Muerte. Daño a la salud irreversible: intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

c) El nivel de exposición (NE), está referido a la frecuencia en la que el riesgo está expuesto o también como el tiempo en se tiene la permanencia en el entorno laboral por parte del personal, el tiempo en que se está realizando la operación de trabajo, el tiempo de las tareas que se está desarrollando, la permanencia en contacto con los equipos y maquinas y/o herramientas, etc. Las escalas son las siguientes:

**Tabla 8**

*Nivel de exposición.*

<b>ESPORÁDICAMENTE 1</b>	Alguna vez en su jornada laboral y con periodo corto de tiempo. Al menos una vez al año.
<b>EVENTUALMENTE 2</b>	Varias veces en su jornada laboral aunque sea con tiempos cortos. Al menos una vez al mes.
<b>PERMANENTEMENTE 3</b>	Continuamente o varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado. Al menos una vez al día.

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

d) La valorización del riesgo o nivel del riesgo (NR) se halla combinando la probabilidad con la consecuencia del daño mostrándose lo siguiente: Probabilidad x Consecuencia.

De esta combinación los valores de riesgo resultante se clasifica según el cuadro mostrado:

**Tabla 9**

*Cuadro de nivel de riesgo.*

		CONSECUENCIA		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	Baja	Trivial 4	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16
	Media	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24
	Alta	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24	Intolerable 25 - 36

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

De los valores obtenidos se determina el grado de significancia de acuerdo al siguiente cuadro:

**Tabla 10**

*Matriz de valoración del riesgo*

NIVEL DE RIESGO	INTERPRETACIÓN / SIGNIFICADO	SIGNIFICATIVO
<b>Intolerable</b> 25 - 36	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.	<b>SI</b>
<b>Importante</b> 17 - 24	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.	<b>SI</b>
<b>Moderado</b> 9 - 16	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.  Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas (mortal o muy graves), se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.	<b>SI</b>
<b>Tolerable</b> 5 - 8	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.  Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.	<b>SI</b>
<b>Trivial</b> 4	No se necesita adoptar ninguna acción.	<b>NO</b>

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 11**

*Criterio para cálculo del Nivel de Riesgo (NR).*

ÍNDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (Consecuencia)	ESTIMACIÓN DEL NIVEL RIESGO	
	Personas expuestas	Procedimientos Existentes	Capacitación	Exposición al riesgo		GRADO DE RIESGO	PUNTAJE
1	DE 1 A 3	Existen, son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año (S)	Lesión sin incapacidad (S)	Trivial (T)	4
				Esporádicamente (SO)	Discomfort/ Incomodidad (SO)	Tolerable (TO)	De 5 a 8
2	DE 4 A 12	Existen, parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro, pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes (S)	Lesión con incapacidad temporal (S)	Moderado (M)	De 9 a 16
				Eventualmente (SO)	Daño a la salud reversible	Importante (IM)	De 17 a 24
3	MÁS DE 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día (S)	Lesión con incapacidad permanente (S)	Intolerable (IT)	De 25 a 36
				Permanentemente (SO)	Daño a la salud irreversible		

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 12**

*Ejemplo de Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos del modelo 2.*

Razón Social o Denominación Social		Proceso:	
Área:		Fecha de Elaboración	

<b>RIESGO SIGNIFICATIVO</b>		No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo, en caso no fuera posible se paralizará la actividad.	
<b>RIESGO NO SIGNIFICATIVO</b>		La actividad puede realizarse siempre y cuando el riesgo esté controlado.	

PROBABILIDAD	
A	ÍNDICE DE PERSONAS EXPUESTAS
B	ÍNDICE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES
C	ÍNDICE DE CAPACITACIÓN
D	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO
IP	ÍNDICE DE PROBABILIDAD (A+B+C+D)

JERARQUÍAS DE CONTROLES		
1	ELIMINAR	ELM
2	SUSTITUIR	SUS
3	CONTROL DE INGENIERÍA	CDI
4	CONTROL ADMINISTRATIVO	CAD
5	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	EPP

N°	PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	TAREA	PELIGRO	RIESGO	REQUISITO LEGAL	PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	RIESGO = PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO	JERARQUÍA DE CONTROLES					MEDIDAS DE CONTROL	
							ÍNDICE DE PERSONAS EXPUESTAS (A)	ÍNDICE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES (B)	ÍNDICE DE CAPACITACIÓN (C)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO (D)	ÍNDICE DE PROBABILIDAD (A+B+C+D)				ELM	SUS	CDI	CAD	EPP		
1	Operario de Almacén	Despacho	Etiquetado	Máquina etiquetadora con guarda de seguridad rota y tornillos sueltos	Atrapamiento de miembro superior	D.S. 42 F Art. 195 al 199 y 2016 al 224	3	1	1	2	7	3	21	IM				X	X		DETENER LA OPERACIÓN E IMPLEMENTAR GUARDAS

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

- **Modelo 3:**

Para este modelo de que está enfocado en la participación, en lo integral y metódico de la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos ocupacionales, se realiza:

- a) Estimación de las consecuencias: Esta referido a que tan severo fue el evento representados en daños, pérdidas o lesiones como se muestra la siguiente escala:

**Tabla 13***Nivel de consecuencia.*

<b>SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>LIGERAMENTE DAÑINO</b>	Daños superficiales sin pérdida de jornada laboral, golpes y cortes pequeños, molestias e irritación leves, dolor de cabeza, disconfort. Pérdidas menores hasta doscientos sesenta soles (s/.260).
<b>DAÑINO</b>	Daños leves con baja temporal, sin secuelas ni compromiso para la vida del trabajador, clientes o de terceros, tales como laceraciones, conmociones, quemaduras, fracturas menores, dermatitis, etc. Pérdida de doscientos sesenta soles (s/.260) hasta doscientos sesenta mil soles (s/.260000). Paralización corto periodo de tiempo el trabajo. Comienza a perder imagen
<b>EXTREMADAMENTE DAÑINO</b>	Daños graves que ocasionan incapacidad laboral permanente e incluso la muerte del trabajador, clientes o terceros, tales como amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, enfermedades profesionales irreversibles, cáncer, etc. Pérdida de más de doscientos sesenta mil soles (s/.260000). Pérdida de clientes. Cierre de línea importante. Quebranto de actividad productiva. Afecta el medio ambiente.

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

- b) Estimación de Probabilidad: Esta referido a la cantidad de veces que sucede el evento como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 14**

*Nivel de probabilidad.*

<b>PROBABILIDAD</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>BAJA</b>	El daño ocurrirá raras veces
<b>MEDIA</b>	El daño ocurrirá en algunas ocasiones
<b>ALTA</b>	El daño ocurrirá siempre o casi siempre

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

- c) Nivel de riesgo: Luego de la estimación de la probabilidad se realiza la estimación del riesgo, la cual será de la conjugación del nivel de probabilidad por los niveles de las consecuencias.

**Tabla 15**

*Nivel de riesgo.*

<b>PROBABILIDAD</b>	<b>SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS</b>		
	<b>LIGERAMENTE DAÑINO</b>	<b>DAÑINO</b>	<b>EXTREMADA-MENTE DAÑINO</b>
<b>BAJA</b>	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
<b>MEDIA</b>	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
<b>ALTA</b>	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

Con referencia a la metodología de Portuondo y Col: La interpretación luego del cruce de filas y columnas de la severidad versus la probabilidad en la matriz, se calcula el nivel de riesgo. Cuando la severidad resulta como “Extremadamente dañino” al evaluar el nivel de riesgo, el resultado se asume al nivel inmediato superior luego del cruce de la severidad y la probabilidad en la matriz.

**Prioridad según el nivel de riesgo:** Para la ejecución del plan de medidas de control se iniciará con los factores de riesgos de prioridad I, II, III, IV y al último la prioridad V, así se organiza las medidas de control para los riesgos.

**Tabla 16**

*Cuadro de acciones según prioridad del riesgo.*

<b>RIESGO</b>	<b>ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN</b>	<b>PRIORIDAD DEL RIESGO</b>
<b>TRIVIAL</b>	No se requiere acción específica.	<b>V</b>
<b>TOLERABLE</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante	<b>IV</b>
<b>MODERADO</b>	Se debe reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado.	<b>III</b>
<b>IMPORTANTE</b>	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Incluso puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.	<b>II</b>
<b>INTOLERABLE</b>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo (riesgo grave e inminente).	<b>I</b>

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

Valoración del de riesgo: El método de valoración de acuerdo a la metodología de Richard-Pickers, el riesgo se determina por multiplicar lo siguiente:  
 Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia.

**Tabla 17**

*Cuadro de valores según probabilidad del suceso.*

<b>PROBABILIDAD DEL SUCESO</b>	<b>VALORES</b>
Ocurre frecuentemente	10
Muy posible	6
Poco usual, pero posible (ha ocurrido)	3
Ocurrencia rara	1
Muy poco usual (no ha ocurrido, pero imaginable)	0,5
Ocurrencia virtualmente imposible	0,1

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 18**

*Cuadro de valores según frecuencia de exposición a situación de riesgo.*

<b>FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN A SITUACIÓN DE RIESGO</b>	<b>VALORES</b>
Continua	10
Frecuente (diaria)	6
Ocasional	3
Poco usual (mensual)	2
Raro	1
Muy raro (anual)	0,5
Ninguna	<b>0,1</b>

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 19**

*Cuadro de valores según posibles consecuencias.*

<b>POSIBLES CONSECUENCIAS</b>	<b>VALORES</b>
Catástrofe (muchos muertos y/o daños por más de S/.3500000)	100
Desastre (algunos muertos o/y daños de hasta S/.3500000)	40
Muy seria (muchos heridos, algún muerto o/y daños > S/.350000)	20
Seria (daños > S/.35000)	7
Importante (daños > S/.3500)	3
Notable (daños > S/.350)	1

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 20**

*Cuadro de valoración del riesgo.*

<b>VALOR DEL RIESGO</b>	<b>RIESGO</b>	<b>IMPLICACIÓN</b>
> 400	Muy alto	Paralización de la actividad
De 200 a < 400	Alto	Corrección inmediata
De 70 a < 200	Importante	Precisa corrección
De 20 a < 70	Posible	Mantener alerta

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

**Tabla 21**

*Ejemplo de Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos del modelo 3.*

FORMATO DEL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS OCUPACIONALES																			
<b>I. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</b>																			
1) SECTOR		PÚBLICO		PRIVADO		2) VISITA		1*	2	3	3) FECHA		DD	MM	AA				
4) RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL O NOMBRES Y APELLIDOS																			
5) RESPONSABLE DE LA EMPRESA O ENTIDAD PÚBLICA O PRIVADA						DNI													
6) DIRECCIÓN				Telf.				E-mail											
DISTRITO		PROVINCIA		REGIÓN															
7) ACTIVIDAD ECONÓMICA				CIU		RUC													
<b>8) GESTIÓN DE SST</b>																			
Servicio de SST	SI	NO	Comité de SST. y/o Supervisor	SI	No	Reglamento Interno de SST	SI	No	Programa de anual de SST	SI	No	Examen Médico Ocupacional	SI	No	N° de Accidentes de Trabajo ocurridos el año anterior.				
												AT. Mortales		AT. No mortales		Días perdidos			
<b>II. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS OCUPACIONALES</b>																			
1) Área/Operación/ Proceso		2) N° Trabajadores		3) T.E		4) Identificación de factor de riesgo				5) Nivel y valoración de riesgo				6) Medidas de control		7) Impacto Integral (salud, económico, social y ambiental)			
		H M		Hrs.						P C		Nivel de Riesgo Valor del Riesgo							
8) Evaluado por:				9) Aprobado por				10) R/C				11) F/C							
<b>[ P=Probabilidad [Alta (A), Media (M), Baja (B)] C= Consecuencia [Extremadamente Dañino (E. D), Dañino (D), Ligeramente Dañino (L.D)] NR=Nivel de Riesgo ]</b> <b>[ INTOLERABLE [A x E.D/ o /M x E.D ] = 1] [ IMPORTANTE [B x E.D/ o /A x D ] = 2 ] [ MODERADO [M x D/ o /A x L.D]=3 ] [ TOLERABLE [B x D/ o /M x L.D]= 4 ] [ TRIVIAL [B x L.D] = 5 ]</b>																			

Nota: fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR

## Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

Se realizó mediante un plan de trabajo que abarco desde la etapa de planeación, ejecución, verificación y finalización del proyecto.

### 3.1 Planeación del trabajo

En esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- El trazo y replanteo del proyecto de instalación de detectores de humo.
- Reunión con las áreas de seguridad, salud y medio ambiente del cliente ejecutor de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao, recepcionando la información de los requisitos técnicos y legales a cumplir en las actividades y para el personal ejecutante.
- Elaboración del plan y programa de SST alineado a los requisitos.
- Programación del personal participante a exámenes médicos ocupacionales y pruebas antigénicas para detección y descarte de COVID 19.
- Elaboración de los distintos documentos de gestión a usar durante la ejecución de las actividades (instructivos, formatos y procedimientos).
- Elaboración Matriz IPERC, plan de contingencia y mapa de riesgo.

**Tabla 22**

*Elementos de la planificación SST.*

Elementos	Actividades programadas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Control de riesgos	Elaboración de la matriz IPERC	x			
	Mapa de riesgo	x			
Programa de capacitación, inducción, entrenamiento	Formulación del programa de capacitación	x			
	Inducciones generales	x			
Programa de vigilancia de la seguridad	Elaboración e implementación del plan de evacuación y emergencia	x			
	Registro de equipos de emergencia	x			

	Registro de implementos de seguridad	x
Programa de vigilancia de la salud	Exámenes médicos de ingreso	x
	Pruebas antigénicas	x
Gestión documentaria de seguridad y salud en el trabajo	Elaboración, revisión y actualización de los procedimientos de SST	x
	Elaboración, revisión y actualización de los formatos SST.	x

*Nota:* adaptado de normas APA 7ma edición.

Para la elaboración de la matriz de identificación de peligros y la evaluación de riesgos se tomó el modelo 1 del método generalizado. Para la identificación de los peligros del lugar a realizar las actividades se siguió las siguientes acciones:

a) Identificar los peligros asociados a cada actividad y posible efecto. El desarrollo se soportó con las entrevistas y observación de tareas similares en otros proyectos. Durante esta etapa se tiene en cuenta:

- El nivel de desarrollo de las personas.
- Experiencia o antigüedad en el cargo.
- Espacio de trabajo disponible.
- Manipulación de herramientas y equipo de trabajo.
- Características del área de trabajo.
- Investigación de accidentes / incidentes y resultados de inspecciones.

b) La evaluación de riesgos, se realiza para determinar el nivel de riesgo, la cual es en función de su PROBABILIDAD de ocurrencia y la (s) severidad o consecuencia(s).

**Tabla 23***Criterio de probabilidad.*

<b>Grado</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Probabilidad de Frecuencia</b>
5	Muy Probable	Sucede con demasiada frecuencia (Más del 80%)
4	Probable	Sucede con frecuencia (Entre 51% y 80%)
3	Puede Suceder	Sucede ocasionalmente (Entre 21% y 50%)
2	Baja probabilidad	Rara vez ocurre. No es probable que ocurra (Entre 11% y 20%)
1	Escasa	Muy rara vez ocurre (Menos del 10%)

*Nota:* adaptado de normas APA 7ma edición.

**Tabla 24***Criterio de severidad.*

<b>Grado</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Criterios</b>
50	Catastrófico	Múltiples fatalidades. Varias personas con lesiones permanentes. Enfermedades incapacitantes que conducen a mortalidad temprana.
20	Mayor	Una fatalidad o estado vegetal. Lesión que produce la muerte en el trabajador. Efectos a la salud con discapacidad permanente o que resultan en efectos a la salud irreversibles (Cáncer aislado o terminal / enfermedad incapacitante).
10	Moderado Alto	Lesión que incapacita a la persona para su actividad normal de vida, cuando hay pérdida anatómica o funcional total de un miembro u órgano, o de las funciones del mismo. (Se considera a partir de la pérdida del dedo meñique). Enfermedades avanzadas o con efectos a la salud severos y reversibles.
5	Moderado	Lesiones que incapacitan a la persona temporalmente. Tratamiento médico o efectos reversibles a la salud con descanso médico.
2	Moderado Leve	Lesión que no incapacita a la persona, recibe atención de primeros auxilios o tratamiento médico. Tratamiento médico o efectos reversibles a la salud sin discapacidad ni descanso médico.
1	Mínima	Lesión sin incapacidad. Molestias o incomodidades (discomfort). Lesión menor o efecto a la salud menor reversible.

*Nota:* adaptado de normas APA 7ma edición.

El nivel de riesgo se determinará del producto de la probabilidad X severidad y se compara la puntuación para determinar el nivel de riesgo o grado de riesgo.

$$(NR = \text{Probabilidad} \times \text{Severidad})$$

**Tabla 25**

*Nivel de riesgo.*

Severidad (S)	Catastrófico (50)	50	100	150	200	250
	Mayor (20)	20	40	60	80	100
	Moderado Alto (10)	10	20	30	40	50
	Moderado (5)	5	10	15	20	25
	Moderado Leve (2)	2	4	6	8	10
	Mínima (1)	1	2	3	4	5
		Escasa (1)	Baja Probabilidad (2)	Puede suceder (3)	Probable (4)	Muy probable (5)
		Probabilidad				

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
RIESGO CRÍTICO	Riesgo No Aceptable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el peligro se paralizan los trabajos.
RIESGO ALTO	Riesgo No Aceptable, se requiere implementación de controles para iniciar el trabajo. Si no se puede reducir el nivel de riesgo se paralizan los trabajos.
RIESGO MEDIO	Riesgo aceptable, se requiere verificar la implementación de las medidas de control adicionales para iniciar los trabajos.
RIESGO BAJO	Este riesgo es aceptable, se puede trabajar con la implementación de los controles existentes.

*Nota:* fuente Resolución Ministerial N° 050 – 2013 - TR





### 3.2 Etapa de ejecución

**Tabla 28**

*Elementos de la ejecución.*

<b>Elementos</b>	<b>Actividades programadas</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>
Control de riesgos	REGISTRO DE CUASIACCIDENTES	X	X	X	
	REGISTRO DE ACCIDENTES	X	X	X	
Programa de capacitación, inducción, entrenamiento	INDUCCIONES GENERALES	X	X	X	
	CAPACITACIONES GENERALES	X	X	X	
	CAPACITACIONES ESPECIFICAS	X	X	X	
	REGISTRO DE CAPACITACIÓN	X	X	X	
	INSPECCIONES DE CONDICIONES Y ACTOS SUBESTANDAR	X	X	X	
Programa de vigilancia de la seguridad	REGISTRO DE EQUIPOS DE EMERGENCIA	X	X		
	REGISTRO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	X	X		
Programa de vigilancia de la salud	REGISTRO DE EXAMENES MEDICO PERIODICO	X	X		
	VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA	X	X	X	
Mejora Continua	DIFUSION DE LA POLITICA DE SEGURIDAD Y SALUD	X	X		

REGISTRO DE ESTADÍSTICAS DE SST	X	X	X
REUNIONES DE SEGURIDAD Y SALUD	X	X	X

*Nota:* adaptado de normas APA 7ma edición.

### 3.3 Etapa de seguimiento o verificación

Se realizaron actividades como: Las supervisiones inopinadas y opinadas en campo. verificación de cumplimiento de instructivos, procedimientos y normas de seguridad.

**Tabla 29**

*Elementos de la verificación*

Elementos	Actividades programadas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Control de riesgos	ESTADISTICA DE GESTION SST				X
Programa de capacitación, inducción, entrenamiento	MEDICION DEL CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN				X
Programa de vigilancia de la seguridad	MEDICION DEL CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD				X
Programa de vigilancia de la salud	MEDICION DEL CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE SALUD				X

*Nota:* adaptado de normas APA 7ma edición.

### 3.4 Etapa de acción y cierre

Las principales acciones que se realizaron son: Reunión de cierre del proyecto, pruebas y conformidades por la instalación de los detectores de humo con el cumplimiento del programa y los objetivos e indicadores. Cierre documentario en SST. Auditorías en SST y recepción de conformidades del área de Seguridad y del área de salud vía correo del cliente de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao.

**Tabla 30**

*Elementos de cierre*

<b>Elementos</b>	<b>Actividades programadas</b>	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Programa de vigilancia de la seguridad	AUDITORIA DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD				x
Programa de vigilancia de la salud	AUDITORIA DEL PROGRAMA DE SALUD				x

*Nota:* adaptado de normas APA 7ma edición.

## Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

El programa de SST desarrollado para las actividades de instalación de detectores de humo en la Etapa 1 A de la Línea 2 del metro de Lima y Callao, cumplió en todas las etapas del proyecto hasta la culminación del proyecto con cero accidentes de trabajo y cero enfermedades ocupacionales.

Se usaron los siguientes indicadores de gestión SST para el proyecto: Índice de frecuencia, índice de gravedad, índice de accidentabilidad. Cumplimiento del programa, exámenes médicos ocupacionales.

**\*Número de Accidentes Incapacitantes:** Accidentes con tiempo perdido + Accidentes fatales

**Tabla 31**

*Indicadores.*

Objetivo específico	Indicador	Meta	Responsables
Mantener en cero los índices de accidentes	Índice de frecuencia	0%	Gerente General, Director de Proyectos, Ing. QHS - Prevencionista
	$\frac{\text{Nro. Accid. Incapacitante(*)} \times 1'000\ 000}{\text{Total H-H Trabajadas}}$		
	Índice de Gravedad	0%	
	$\frac{\text{Nro. total días perdidos} \times 1'000\ 000}{\text{Total H-H Trabajadas}}$		
	Índice de Accidentabilidad	0%	
	$\frac{(\text{IF} \times \text{IG})}{1000}$		
Realizar los Exámenes Médico Ocupacionales (EMO) en los trabajadores.	Porcentaje de EMO realizadas en la empresa:	100%	Gerente General, Médico Ocupacional, Ing. QHS - Prevencionista
	$\frac{\text{Nro. EMO's realizados en la empresa} \times 100\%}{\text{Nro. de trabajadores Itelca}}$		

Realizar los trabajos cumpliendo el programa de seguridad y salud en pro de la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.	Porcentaje de cumplimiento del programa SST en el trabajo:  $\frac{\text{Nro. de ejecuciones } 100\%}{\text{Nro. de planificaciones}}$	100%	Gerente General, Director de Proyectos, Ing. QHS - Prevencionista
---	--	------	---

Nota: adaptado de normas APA 7ma edición.

Los resultados obtenidos:

**Tabla 32**

*Resultado*

Indicador	Resultado
Índice de frecuencia	
$\frac{\text{Nro. Accid. Incapacitante(*)} \times 1'000\ 000}{\text{Total H-H Trabajadas}}$	0%
Índice de Gravedad	
$\frac{\text{Nro. total días perdidos} \times 1'000\ 000}{\text{Total H-H Trabajadas}}$	0%
Índice de Accidentabilidad	
$\frac{(\text{IF} \times \text{IG})}{1000}$	0%
Porcentaje de EMO realizadas en la empresa:	
$\frac{\text{Nro. EMO's realizados en la empresa} \times 100\%}{\text{Nro. de trabajadores Itelca}}$	100%
Porcentaje de cumplimiento del programa SST en el trabajo:	
$\frac{\text{Nro. de ejecuciones } 100\%}{\text{Nro. de planificaciones}}$	100%

Nota: adaptado de normas APA 7ma edición.

## **Conclusiones**

- El programa de seguridad y salud cumplió con el objetivo de que las actividades se ejecutaran y se culminaran con un índice de cero accidentes y cero enfermedades ocupacionales en las 5 estaciones.
- Se tuvo la aceptación final y conformidades del proyecto ejecutado en las 5 estaciones con el programa de salud y seguridad en el trabajo, las conformidades estuvieron a cargo de las áreas SST del Consorcio constructor del Metro Línea 2 de Lima y Callao.
- La ejecución del proyecto se realizó y culminó en los plazos y con los objetivos establecidos con el cliente para la ejecución de actividades en las 5 estaciones.

## Recomendaciones

Las recomendaciones son las siguientes:

-Las actividades de instalación de los detectores de humo deben contar con la supervisión constante verificando que todas las actividades se ejecuten cumpliendo los estándares de seguridad y salud en el trabajo.

-Las actividades deben ser ejecutadas con el panel de incendio apagado, esto para evitar que el sistema de detección se alarme ya sea por falso contacto o por presencia de polvo cerca a los detectores ocasionando ruidos molestos.

-Durante las pruebas de funcionamiento de los detectores de humo el personal ubicado cerca de las sirenas debe usar los protectores auditivos.

-Durante el uso del Smoke en spray para las pruebas de funcionamiento de los detectores, se debe de usar lentes de seguridad para evitar el ingreso de partículas a la vista ya sea de polvo o las partículas del mismo spray.

-En ambientes donde los techos estén por encima de 2 m de altura en las pruebas de funcionamiento de los detectores de humo se debe usar la pértiga.

## Referencias bibliográficas

- Andina.pe. (2023). *Línea 2 del metro de Lima inicia marcha blanca*. [Review of Línea 2 del Metro de Lima inicia marcha blanca.].  
<https://andina.pe/agencia/noticia-linea-2-del-metro-lima-inicia-marcha-blanca-21-diciembre-cuanto-durara-966334.aspx>
- Apolinario, R. (2018). *Diseño de un sistema de detección de Humo en ambientes cerrados aplicando técnicas de procesamiento digital de imágenes*. [Tesis de titulación, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP.  
[https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4335/apolinario\\_pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4335/apolinario_pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aucahuasi. (2011). *Tren Eléctrico viaducto inconcluso* [Review of Tren Eléctrico viaducto inconcluso].  
[https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tren\\_El%C3%A9ctrico\\_viaducto\\_inconcluso.jpg#filehistory](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tren_El%C3%A9ctrico_viaducto_inconcluso.jpg#filehistory)
- Cordova, J., Fernandes, I., Salgado, N., & Soberon, R. (2017). *Dirección del proyecto: Sistema de detección, alarma y extinción de incendios de planta Atocongo* [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio UPC.  
<http://hdl.handle.net/10757/623977>
- Coovias. (2002). *La construcción de la línea 2 del Metro de Lima sigue avanzando* [Review of La construcción de la línea 2 del Metro de Lima sigue avanzando].  
<https://coovias.com/la-construccion-de-la-linea-2-del-metro-de-lima-sigue-avanzando/>
- El Mundo es. (2004). *Éste fue el primer viaje en el metro de Nueva York* [Review of Éste fue el primer viaje en el metro de Nueva York].  
<https://www.elmundo.es/magazine/2004/247/1087570232.html>

El Peruano. (2011). *Ley de seguridad y salud en el trabajo* [Review of Ley de seguridad y salud en el trabajo].

<https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=38>

El Peruano. (2024). *Tuneladora Delia llegó a la estación Parque Murillo en Breña* [Review of Tuneladora Delia llegó a la estación Parque Murillo en Breña].

<https://www.elperuano.pe/noticia/260040-tuneladora-delia-llego-a-la-estacion-parque-murillo-en-brena>

Gandulfo, M. (1925). *Estacion central de ferrocarriles (Casa wITCOM, Ed.)* [Review of Estacion central de ferrocarriles].

<https://www.cienciayfe.com.ar/buenosaires/mirar2.php?nroid=1022&latitud=-34.605907979019&longitud=-58.36964249610901&zoom=16>

Infobae. (2022). *Callao, vehículo cayó en zanja de la Línea 2 del Metro de Lima* [Review of Callao: vehículo cayó en zanja de la Línea 2 del Metro de Lima].

<https://www.infobae.com/america/peru/2022/03/12/callao-vehiculo-cayo-en-zanja-de-la-linea-2-del-metro-de-lima/>

ISO 45001. (2018). *Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo* [Review of Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo].

<https://ergosourcing.com.co/wp-content/uploads/2018/05/iso-45001-norma-Internacional.pdf>

La Nación. (2023). *Londres fue la primera ciudad en tener un recorrido de subterráneo* [Review of Londres fue la primera ciudad en tener un recorrido de subterráneo].

<https://www.lanacion.com.ar/lifestyle/como-fue-el-primer-metro-y-subte-del-mundo-nid10012023/>

La Razón. (2025). *Línea 2 del Metro de Lima y Callao: Estación Juan Pablo II alcanza el 99.96% de avance en obras civiles* [Review of Línea 2 del Metro de Lima y Callao: Estación Juan Pablo II alcanza el 99.96% de avance en obras civiles].

<https://larazon.pe/linea-2-del-metro-de-lima-y-callao-estacion-juan-pablo-ii-alcanza-el-99-96-de-avance-en-obras-civiles>

- La Republica. (2023). *Metro de Lima: ¿cuál es el origen de los trenes de la Línea 1 y en qué países se construyeron?* [Review of Metro de Lima: ¿cuál es el origen de los trenes de la Línea 1 y en qué países se construyeron?]. <https://larepublica.pe/sociedad/2023/11/20/metro-de-lima-cuantos-anos-tienen-los-trenes-mas-antiguos-de-la-linea-1-y-cuando-serian-renovados-linea-1-del-metro-de-lima-mtc-1822040>
- Metro de Lima. (2024). *Mapa Metro de Lima* [Review of Mapa Metro de Lima]. <https://metrolima.net/mapa-metro-lima/>
- Maticorena, D. (2019). *Mejora en gestión de la seguridad operacional en la Línea 1 del Metro de Lima*. [Tesis de titulación, Universidad de Lima]. Repositorio U de Lima.
- MTPE. (2024). *Estadísticas de accidente de trabajo* [Review of Estadísticas de accidente de trabajo]. <https://www2.trabajo.gob.pe/estadisticas/estadisticas-accidentes-de-trabajo/>
- NFPA 92 (2024). *Requisitos para el diseño, instalación y prueba de sistemas de control de humo*.
- Nitrope. (2016). *Llegó el primer tren de la Línea 2 del Metro de Lima* [Review of Llegó el primer tren de la Línea 2 del Metro de Lima]. <https://www.nitro.pe/el-urbano/llego-el-primer-tren-de-la-linea-2-del-metro-de-lima.html>
- OHSAS 18001. (2007). *Sistema de Gestión de seguridad y Salud Ocupacional* [Review of Sistema de Gestión de seguridad y Salud Ocupacional]. <https://www.cip.org.ec/attachments/article/111/OHSAS-18001.pdf>
- Ositrán. (2024). *Plan de negocios Tren Urbano de Lima 2024* [Review of Plan de negocios Tren Urbano de Lima 2024]. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2024/04/pdn-2024-l1.pdf>
- Panduro, R. (2020). *Sistema contra incendio bajo la Norma NFPA para incrementar la seguridad del personal en la minera las Bambas, Apurímac*. [Tesis de titulación, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio U Señor de Sipán.

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8054/Panduro%20Cachique%2C%20R%C3%B3mulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Resolución Ministerial 050 2013 TR. (2013). *Aprobar los formatos referenciales que contemplan la información mínima que debe contener los registros obligatorios del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.*

[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)

Roombanker. (2024). *Detectores de humo fotoeléctricos versus detectores de ionización* [Review of Detectores de humo fotoeléctricos versus detectores de ionización].

<https://www.roombanker.com/es/blog/photoelectric-vs-ionization-smoke-detectors/>

Seguros Rimac. (2017). *Detectores Automáticos De Humo* [Review of Detectores Automáticos De Humo].

<https://prevencionrimac.com/riesgopatrimoniales/articulo/Detectores-Automaticos-De-Humo>

SH Ingeniería. (2025). *¿Cómo es el funcionamiento de los detectores Kidde de humo iónicos y fotoeléctricos?* [Review of ¿Cómo es el funcionamiento de los detectores Kidde de humo iónicos y fotoeléctricos?].

<https://shingenieria.com/soporte/serie-vigilant/como-es-el-funcionamiento-de-los-detectores-kidde-de-humo-ionicos-y-fotoelectricoscomo-es-el-funcionamiento-de-los-detectores-kidde-de-humo-ionicos-y-fotoelectricos/#:~:text=La%20luz%20procedente%20de%20la%20fuente%20puede,luz%20proveniente%20de%20la%20fuent>

Un Como. (2023). *Cuál es el metro más antiguo del mundo* [Review of Cuál es el metro más antiguo del mundo].

<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/ocio/articulo/cual-es-el-metro-mas-antiguo-del-mundo-54139.html>

## **Anexos**

Anexo 1: Referencias fotográficas de las actividades .....	1
Anexo 2: Referencias documentaria de las actividades.....	5

## Anexo 1: Referencias fotográficas de las actividades

Fotografía 1. Instalacion de cable FPL que se conectara a los detectores de humo.



Fotografía 2. Cableado de cable FPL por bandejas metálicas de los sistemas electrónicos.



Fotografía 3. Aseguramiento de las cajas en falso techo.



Fotografía 4. Instalacion de base de detector de humo.



Fotografía 5. Instalacion de detector de humo y pruebas de funcionamiento.



Fotografía 6. Cubierta del detector de humo para evitar que ingrese polvo y eso origine el activamiento del detector de humo.



Fotografía 7. Tapado de falso techo con las baldosas donde recorre el cableado de los detectores de humo.





