

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Implementación de controles para mitigar la exposición al polvo respirable durante el pulido de escaleras de una estación de metro subterráneo

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

Elaborado por

Gloria Daniela Mondoñedo Decena

 [0009-0007-3326-1054](https://orcid.org/0009-0007-3326-1054)

Asesor

MSc. Rosa Amparo Becerra Paucar

 [0000-0002-7406-5072](https://orcid.org/0000-0002-7406-5072)

TOMO I DE I

LIMA – PERÚ

2023

Citar/How to cite	Mondoñedo Decena [1]
Referencia/Reference	[1] G. Mondoñedo Decena, " <i>Implementación de controles para mitigar la exposición al polvo respirable durante el pulido de escaleras de una estación de metro subterráneo</i> " [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2023.
Estilo/Style: IEEE	

Citar/How to cite	(Mondoñedo, 2023)
Referencia/Reference	Mondoñedo, G. (2023). <i>Implementación de controles para mitigar la exposición al polvo respirable durante el pulido de escaleras de una estación de metro subterráneo</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todo profesional de la salud en el trabajo, deseo que este documento les aporte un nuevo punto de vista en cuanto a la gestión e implementación de los controles en los lugares de trabajo.

Agradecimientos

Este trabajo se concretó gracias al apoyo de mi esposo, padres, abuelos, hermanos, amigos, y profesores; gracias a Dios que permitió que se realice este trabajo. Mi profundo agradecimiento a todos ustedes.

Resumen

Este trabajo busca determinar la eficacia de los controles en la fuente, controles administrativos y controles sobre el trabajador para mitigar la exposición a polvo respirable en trabajadores que realizan la actividad de pulido de escaleras de una estación de metro subterráneo.

En la realización de este proyecto, se hace uso del ciclo de la higiene industrial, la cual plantea una estrategia cíclica que contribuye a la mejora continua. Los procedimientos utilizados para llevar a cabo la aplicación de los controles fueron los siguientes: Anticipación, identificación, evaluación y control.

El presente estudio evidenció que, para mitigar la exposición de los trabajadores al material particulado respirable durante la actividad de pulido de escaleras, fue necesario implementar medidas de control en la fuente generadora del contaminante, medidas administrativas y medidas de control sobre el trabajador, mediante el uso de la protección respiratoria. Si bien se evidenció que los controles implementados en la fuente contribuyeron de manera significativa en la disminución de la generación de polvo, se concluyó que sólo se obtuvo una disminución de la exposición ocupacional a polvo respirable hasta un nivel de riesgo bajo, complementando los tres tipos de controles: de ingeniería en la fuente, administrativos y de dispositivos de protección individual.

Palabras clave – eficacia de controles, controles de ingeniería, controles administrativos, dispositivos de protección individual.

Abstract

This work seeks to determine the effectiveness of source controls, administrative controls, and worker controls to mitigate exposure to respirable dust in workers who perform the activity of polishing stairs in an underground metro station.

For the development of this work, the industrial hygiene cycle is taken as a reference, which proposes a cyclical strategy that contributes to continuous improvement. The steps followed to implement the controls were the following: Anticipation, identification, evaluation and control.

The present study shows that, to mitigate exposure to respirable dust in the task of polishing stairs, it was necessary to implement source controls, administrative controls and controls on the worker, through the use of respiratory protection. Although it is evident that the controls implemented at the source contributed significantly to the mitigation of the generation of particulate matter, it was concluded that only a reduction in occupational exposure to respirable dust was obtained to a low risk level, complementing the three types of controls: engineering at the source, administrative and personal protective equipment.

Keywords – efficacy of control measures, engineering measures, administrative measures, individual protection devices.

Tabla de Contenido

Resumen	v
Abstract	vi
Introducción	xi
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Descripción del problema de investigación	1
1.3 Objetivos del estudio	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Antecedentes investigativos	4
Capítulo II. Marco teórico y conceptual	8
2.1 Marco teórico	8
2.1.1 Polvo respirable	8
2.1.2 Consecuencias	9
2.1.3 Otras enfermedades respiratorias.	15
2.2 Marco conceptual	16
2.2.1 Pulido de escaleras	16
2.2.2 Controles	17
2.2.3 Gestión de higiene industrial	19
2.3 Marco legal	22
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación	26

3.1 Gestión de la evaluación de la exposición ocupacional	26
3.2 Anticipación	26
3.3 Identificación	27
3.4 Evaluación inicial	28
3.4.1 Equipos utilizados	28
3.4.2 Metodología de medición	28
3.4.3 Resultados de medición	28
3.5 Controles iniciales	31
3.6 Evaluación, con los controles implementados	31
3.6.1 Equipos e insumos utilizados	32
3.6.2 Metodología de medición	32
3.8 Confirmación de la protección y estandarización	37
3.9 Gestión implementada	37
Capítulo IV. Análisis y discusión de los resultados	39
Conclusiones	42
Recomendaciones	44
Referencias bibliográficas	45
Anexos	51

Lista de Tabla

Tabla 1: Tamaño de partículas y afectación al aparato respiratorio humano	8
Tabla 2: Comparación de los tipos clínicos de silicosis	15
Tabla 3: Actores de la empresa en la gestión de la exposición ocupacional	29
Tabla 4: Controles iniciales	31
Tabla 5: Límites permisibles	34
Tabla 6: Niveles de riesgo de polvo respirable	34
Tabla 7: Resultados, según controles implementados	36
Tabla 8: Controles finales	35

Lista de Figuras

Figura 1: Aspectos aerodinámicos y acumulación de sílice	11
Figura 2: Ciclo de gestión de la higiene industrial	19
Figura 3: Estrategia de la evaluación de la exposición ocupacional – AIHA	21
Figura 4: Proceso de revisión de procedimiento	27
Figura 5: Gestión de la implementación de controles	38

Introducción

La construcción del primer metro subterráneo en el Perú es un hito significativo para todo el país y representa un gran aporte en el desarrollo de las ciudades modernas, mejorando el transporte urbano y contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Sin embargo, detrás de estos megaproyectos se encuentran grandes desafíos durante su construcción, tales como la gestión de los distintos agentes ocupacionales generados durante el proceso, en específico, la exposición al agente químico polvo respirable.

En el sector de construcción, existen diversas actividades que generan la exposición a material particulado, la actividad de pulido de escaleras es una de ellas, la cual conlleva amenazas a la salud de los empleados.

El material particulado respirable generado durante el pulido de escaleras representa una amenaza a la salud de los empleados y también plantea un desafío en la gestión de los agentes ocupacionales. La inhalación de este polvo respirable tiene el potencial de generar enfermedades respiratorias, como la silicosis, la cual puede ser clásica, aguda, acelerada o complicada. Dicha exposición a polvo respirable afecta a los trabajadores, y representa un costo para las empresas y las entidades del Estado.

Este trabajo busca abordar la gestión de los controles para disminuir la generación del material particulado respirable durante el pulido de escaleras, desde un enfoque integral de controles y mediante la participación interdisciplinaria de diversos profesionales dentro de la organización.

La estrategia implementada en este trabajo busca una reducción eficiente de la exposición a polvo respirable, para lo cual no se limita a la implementación de un solo tipo de control, sino que integra los controles de ingeniería en la fuente, controles administrativos y controles sobre los empleados, como los dispositivos de protección respiratoria. Para la implementación de estos controles a lo largo del trabajo se describe la participación de distintos actores de la organización, como la Higienista Industrial, el

Médico Ocupacional, Supervisor y Jefe de SST, hasta personal de Producción, como Ingeniero Residente, Capataz, Jefe de Grupo y trabajadores ejecutores de la actividad.

Este trabajo brinda un análisis detallado de la gestión para la implementación integral de controles eficientes y sostenibles, con la participación interdisciplinaria de profesionales y busca contribuir al campo de la Salud Ocupacional para mejorar las circunstancias laborales, mediante la generación de ambientes laborales seguros y saludables.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

A nivel mundial, en el 2016, se registraron un total de 1880000 de fallecimientos y 89720000 años de vida afectados por discapacidad (AVAD) atribuidos a factores de riesgo ocupacional. Las enfermedades constituyeron la proporción del 80,7 % de las muertes y constituyeron el 70,5 % de los AVAD, y los accidentes representaron el 19,3 % de las muertes y el 29,5% de los AVAD. Todas las condiciones de salud mencionadas son afecciones no contagiosas. La exposición a largas jornadas laborales fue el factor de riesgo ocupacional que causó la mayoría de las muertes atribuibles (≥ 55 horas por semana), la lista continúa con la presencia de material particulado, gases y humos y los accidentes ocupacionales. La mayor carga de muertes relacionadas con el trabajo fue por trastornos pulmonares crónicos con obstrucción del flujo de aire, seguido de episodio cerebrovascular y enfermedad cardíaca por falta de irrigación sanguínea (Organización Internacional del Trabajo y Organización Mundial de la Salud, 2021).

Diversos estudios han asociado un nivel de riesgo de exposición a material particulado respirable sobre los límites permitidos con afectación a la salud respiratoria de los empleados.

1.2 Descripción del problema de investigación

En todos los países miembros de la Organización Internacional para el Trabajo, la implementación de la estrategia de la seguridad y salud laboral y el cumplimiento de los requisitos legales en materia de seguridad y salud laboral son responsabilidades del empleador. Un enfoque de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (G-SST) en la organización garantiza la seguridad, salud y bienestar de los empleados, al mismo tiempo que se asegura la sostenibilidad del entorno laboral de los trabajadores a través de mejoras apropiadas y oportunas (OIT, 2011).

En cualquier actividad humana, es necesario establecer un equilibrio entre los beneficios y los costos asociados a las amenazas, para la Salud Ocupacional, el equilibrio está influido por diversos factores, como la dinámica evidencia científica y tecnológica, la evolución continua del mundo del trabajo y la economía (OIT, 2011).

La inversión en la implementación de controles predominantemente en la fuente, que minimice la exposición y el desarrollo de procedimientos de trabajo es una responsabilidad de los empleadores (OMS, 2010). Sin embargo, es necesario realizar un análisis preliminar de los peligros relacionados con la seguridad y el bienestar de los empleados, considerando la naturaleza de la labor, los requisitos de los roles laborales y la salud de los trabajadores. De igual manera, se debe efectuar una valoración similar al seleccionar equipos y herramientas, así como al adecuar los entornos de trabajo. (OIT, 2011; OMS, 2010).

Actualmente la ética empresarial va incorporando como necesario el establecer un entorno laboral que no perjudique ni la salud física ni mental, ni la seguridad y el bienestar de los empleados (OMS, 2010). Además, muchas organizaciones, principalmente transnacionales, han ido superando los requisitos legales básicos, en el ámbito conocido como Responsabilidad Social Corporativa. De esta manera, se han publicado casos de empresas que han creado entornos laborales seguros y saludables, así como comunidades sostenibles (OMS, 2010; OIT, 2019).

De acuerdo con el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, 2018), el polvo de fracción respirable se encuentra en partículas menores a $10\mu\text{m}$ de tamaño, que es una dimensión capaz de ser inhalados y retenerse en los pulmones de los trabajadores. Se conoce que la exposición polvo de fracción respirable representa una seria amenaza para la salud de los trabajadores en diferentes sectores productivos como minería, fundición, canteras, construcción, agricultura entre otros. De manera convencional, las neumoconiosis son afecciones resultantes de la exposición a partículas de polvo, sin embargo, otras enfermedades respiratorias conocidas por sus afecciones al sistema respiratorio son asma, bronquitis crónica y enfisema pulmonar.

La nube de polvo que se observa cuando se realizan operaciones de corte o desbaste de concreto, ladrillo o piedra contiene sílice. La mayoría de los productos de concreto y albañilería contienen grandes cantidades de arena común, que contiene sílice, y grande parte de la sílice cristalina se presenta en su forma de cuarzo. Las partículas de menor diámetro que se originan durante actividades de corte y de desbaste pueden penetrar de manera profunda en los pulmones (NIOSH, 2014).

Los profesionales de higiene pueden identificar los peligros en el lugar de trabajo a través de datos cualitativos y cuantitativos (OIT, 2011; OIT, 1998). Al conocer esta información, pueden anticipar cuándo y cómo pueden ocurrir los riesgos laborales, accidentes y enfermedades, por lo tanto, puede planear e implementar controles. El profesional de higiene puede comenzar por evaluar causas y buscar formas de mitigar y eliminar el peligro que podría causar lesiones graves o muertes. Siguiendo el proceso de evaluación, se pueden implementar controles para reducir peligros en el lugar de trabajo y proteger a los trabajadores. Entonces, es importante seguir el modelo de jerarquía de controles propuesto por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de EEUU. (NIOSH, 2009)

El presente trabajo busca mostrar la eficacia de la implementación de controles en la fuente para mitigar la exposición al polvo respirable durante el pulido de escaleras de acceso de la construcción del primer metro subterráneo de la ciudad de Lima; y comparar los resultados con la normativa con el objetivo de verificar su cumplimiento, y el grado de exposición de los trabajadores. Esta investigación brindará no solo conocimiento técnico sino ayuda a los empleadores para establecer una adecuada priorización sobre las acciones a tomar.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

Determinar la eficacia de los controles en la fuente para mitigar la exposición a polvo respirable en trabajadores que realizan la actividad de pulido de escaleras.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la eficacia de los controles administrativos para mitigar la exposición a polvo respirable en trabajadores que realizan la actividad de pulido de escaleras.

Determinar la eficacia de la protección respiratoria personal para mitigar la exposición a polvo respirable en trabajadores que realizan la actividad de pulido de escaleras.

1.4 Antecedentes investigativos

Semple et al. (2008) publicaron un estudio titulado "Exposure to particulate matter on an Indian stone-crushing site" con el objetivo de caracterizar la exposición a polvo de trabajadores de la industria de trituración de piedras en la India. Ellos utilizaron una combinación de lectura directa y muestreo gravimétrico de polvo respirable, polvo inhalable total y material particulado <2,5 mm de diámetro (PM_{2,5}) en el trabajo (n = 19), dentro del entorno general (n = 6) y dentro del hogar (n = 7). Utilizamos la difracción de rayos X para cuantificar el nivel de sílice cristalina en las muestras de polvo respirable. Después de ajustar los datos por la duración de la semana laboral, la media aritmética de la exposición total al polvo inhalable o media calculada en el tiempo (TWA) de 8 horas para este grupo fue de 143 mg/m³, la exposición media al polvo de fracción respirable TWA de 8 horas fue de 39,7 mg/m³ y su exposición sobre sílice cristalina TWA de 8 horas fue de 2,29 mg/m³. Los datos en tiempo real mostraron picos de exposición bajo ciertas condiciones ambientales y/o de trabajo. Las exposiciones ambientales generales y domésticas a PM_{2.5} también fueron altas. Los investigadores concluyeron que es probable que las exposiciones a partículas experimentadas por este grupo de trabajadores y sus familias produzcan deterioro de la función pulmonar en un corto período de tiempo.

Escobar (2017), desarrolló la tesis titulada "Nivel de concentración de polvos respirables y su relación con la salud ocupacional de los trabajadores de las compañías mineras Taylor's y Sierra Central en las cuencas del río Huari y río Mantaro-Yauli 2017", con el objetivo de determinar el nivel de concentración de polvos respirables y su relación

con la salud ocupacional de los trabajadores, de las Compañías Mineras no Metálicas Sierra Central y Taylor's, de este modo generar un ambiente limpio y seguro para el desarrollo pleno de las actividades rutinarias. Su investigación desarrolló metodologías tanto cuantitativa y cualitativa; obteniéndose muestras de polvo respirable de los procesos de extracción, carguío, lavado, y almacenamiento en nueve de 21 empleados de las Compañías Mineras Sierra Central y Taylor's, de la provincia de Yauli-Junín, según grupos de exposición similar (GES). Los resultados para los procesos de extracción - carguío y transporte fueron 3.13 mg/m^3 y 3.38 mg/m^3 respectivamente, sobrepasando el límite máximo permisible según el "National Institute of Occupational and Safety Health" de los Estados Unidos (NIOSH) y el D.S. 015-2005 S.A. Además, se estableció una relación entre la concentración de polvos de fracción respirable y los problemas respiratorios, esta relación fue confirmada mediante el coeficiente de correlación de Pearson, que arrojó un valor de $r = 0.7910$. Además, para respaldar la hipótesis, se llevó a cabo una prueba de T de Student que resultó en un valor $t_c = 3.6567$ con un margen de error del $\alpha = 0.05\%$. Este hallazgo se produjo cuando la concentración de polvos de fracción respirable alcanzó los 2.30 mg/m^3 . La investigadora concluyó que los trabajadores que laboran para los procesos evaluados desarrollaron problemas a nivel respiratorio por la exposición a polvo de fracción respirable menor a un diámetro de 5μ .

Toro y Escudero (2017), realizaron la tesis titulada "Material Particulado y su Incidencia en Alteraciones Respiratorias en los Trabajadores de la Construcción en Viviendas Rurales Tipo Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)", con el objetivo de identificar la relación entre la concentración de material particulado y la incidencia en las alteraciones respiratorias en trabajadores de la construcción de viviendas rurales. El estudio aplicó metodologías cualitativas y cuantitativas a través de mediciones del material particulado y la evaluación de los riesgos. La investigación ponderó los factores que inciden en las alteraciones respiratorias y del material particulado, para tal efecto, se recolectó datos de campo a través de una matriz de riesgos, encuestas a los trabajadores sobre su salud respiratoria y mediciones de material particulado basado en la norma UNE

–EN 689 Atmósfera en el lugar de trabajo. Así mismo, se validó el cuestionario ATS – 78 de la Sociedad Americana de Tórax como instrumento para reconocer síntomas respiratorios antecedentes médicos – familiares y exposición ocupacional a sustancias que causan problemas a las vías respiratorias. Los resultados de los monitoreo de polvo respirable en el sitio de la construcción de viviendas rurales tipo MIDUVI dio como resultado que en los puestos de trabajos hormigonado, mortero, corte de hormigón, bloque, cerámica, zarandeado, champeado existe la presencia de polvo respirable cuyas dosis totales son mayores a las permisibles y la concentración de material particulado estuvo relacionado con síntomas en algunos trabajadores de los diferentes puestos de trabajo, provocando síntomas como tos, expectoración, exacerbación, sibilancias, disneas, gripa y con una notable presencia de enfermedades respiratorias. Los investigadores concluyeron que fue necesario aplicar medidas correctivas a los diferentes niveles fuente, medio, receptor y realizar controles periódicos que garanticen la ausencia de material particulado.

Aynaya y Picha (2020), desarrollaron la tesis titulada “Análisis de concentración de material particulado en la actividad de movimiento de tierra y propuesta de medidas de control para el proyecto de pavimentación de vías públicas en el distrito de Cerro Colorado”, con el objetivo de determinar la concentración de material particulado a los que están expuestos los trabajadores. La metodología que se desarrolló fue aplicada según métodos estandarizados internacionales. Luego de obtener los resultados del monitoreo de polvo respirable, se comparó con los estándares que nos da la legislación vigente D.S. 015 - 2005 - SA. Los resultados encontraron que se superó los límites máximos permisibles, por el cual concluyeron que la actividad de movimientos de tierra tiene gran potencial de perjudicar la salud de los trabajadores en un futuro.

Calderón (2019), en su tesis titulada “Evaluación de partículas respirables en los ambientes y puestos de trabajo de la empresa ferrocarril central andino”, realiza un estudio con el fin de determinar el cumplimiento del límite máximo permisible de polvo respirable dictado en el D.S.015-2005-SA. Este estudio se realizó en distintas zonas (Costa y Sierra) y bases de trabajo (Chosica, Callao, Cerro de Pasco y La Oroya), tomando como

metodología de referencia la NIOSH 0600. Los resultados obtenidos registraron una mayor exposición para los trabajadores de la base Callao, además se evidenció que los entoldadores registraron un grado de exposición a partículas respirables de riesgo alto, por lo que se recomiendan programas para la prevención de enfermedades ocupacionales.

Capítulo II. Marco teórico y conceptual

2.1 Marco teórico

2.1.1 Polvo respirable

Las partículas respirables consisten en una mezcla compleja de compuestos de naturaleza orgánica e inorgánica, sólida, gaseosa y líquida, con diferentes distribuciones de granulometría (menor a 2.5 μm) y composición química, ambas condicionadas por los gases que las rodean. Asimismo, estas partículas pueden estar constituidas por metales tales como silicio, plomo, hierro, cadmio, nitrógeno, azufre y/o carbono. A diferencia de otros contaminantes, las partículas respirables pueden ser de origen natural o antropogénico, por estas características llega a ser uno de los agentes químicos que afecta a diversos sectores (minería, fundición, canteras, textil, panaderías, agricultura, transporte, etc.), pudiendo afectar la salud de los trabajadores expuestos, específicamente a los pulmones (Perez, 2019).

Las partículas más pequeñas son las más peligrosas porque permanecen más tiempo en el aire y pueden penetrar hasta los lugares más profundos del aparato respiratorio. Por ello, la evaluación ocupacional, suele medir no el total de polvo atmosférico, sino sólo el llamado «polvo respirable». El «polvo respirable» es la fracción de polvo que puede penetrar hasta los alvéolos pulmonares (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT] e Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud [ISTAS], 2007).

TABLA 1

TAMAÑO DE PARTÍCULAS Y AFECTACIÓN AL APARATO RESPIRATORIO HUMANO

Tamaño de las partículas	Capacidad de afectar el intercambio gaseoso
> ó = 50 μm	No pueden ser inhaladas
10-50 μm	Acumulación en nariz y orofaringe
\leq 5 μm	Llegan al alveolo pulmonar

Nota. Adaptada de *Diagnósticos y tratamiento en medicina laboral y ambiental*, J. LaDou y R. Harrison, 2005, Editorial El Manual Moderno.

El cemento es un material de color verde grisáceo que contiene partículas que varían en tamaño, con un diámetro que va desde 0.05 a 5.0 micrómetros. Se produce calentando roca de suelo de cemento u otros materiales que contienen piedra caliza en una escoria fundida que luego se muele hasta convertirse en un polvo fino. Su composición incluye alúmina, cal, sílice y óxido de fierro, en forma de tetra calcio aluminio ferrato, aluminio tricálcico, silicato tricálcico y silicato dicálcico. La arena se agrega para la fabricación de concreto. Durante el procesamiento del cemento, el principal riesgo ocupacional es la exposición al polvo, especialmente al polvo de fracción respirable (Sánchez-Aguilar et al., 2017). De los compuestos referidos, llama la atención la presencia de la sílice.

La sílice, o dióxido de silicio (SiO_2), es un elemento fundamental que se encuentra en la tierra, en minerales como arena y granito, y puede manifestarse en forma cristalina o amorfa (no cristalina). Se encuentra tanto en depósitos naturales sedimentarios como en productos creados artificialmente. La variedad más común de sílice cristalina es el cuarzo, que está presente en la mayoría de los tipos de roca. El cuarzo, cuando se somete a altas temperaturas, se convierte en otras formas de sílice cristalina, como la tridimita a temperaturas superiores a 800°C y la cristobalita a más de 1400°C . Entre las formas amorfas de sílice se incluyen la tierra de diatomeas, la tierra de infusorios, la diatomita, el ópalo y el trípoli. (INSHT, 2010)

Las formas cristalinas de sílice se conocen como "sílice libre cristalina" y tienen diversas aplicaciones industriales que se derivan de sus propiedades físicas y químicas, como su dureza, resistencia química, alto punto de fusión, capacidades piezoeléctricas, piroeléctricas y su transparencia. (INSHT, 2010)

2.1.2 Consecuencias

El conocimiento sobre la silicosis se remonta al siglo V antes de Cristo, en la época de Hipócrates. Desde entonces y hasta mediados del siglo pasado, se sabía que los mineros padecían una enfermedad específica cuya causa real era desconocida. Esta

enfermedad no afectaba a quienes trabajaban en otros oficios y se conocía como "tisis de los mineros". Con el tiempo, se relacionó esta enfermedad con el polvo presente en el entorno laboral. Al analizar el contenido del polvo, se descubrió que la causa directa de esta enfermedad era la presencia de sílice libre cristalizada, lo que le dio su nombre actual de "silicosis" (Gil, 2013).

El término "neumoconiosis" es una palabra de origen antiguo relacionada con la minería, derivada del griego "neumo" que significa pulmón y "konios" que significa polvo. Fue formalmente introducida en el siglo XIX para describir enfermedades pulmonares resultantes de la exposición e inhalación de polvos minerales. Con el tiempo, el término evolucionó y se adoptó para indicar la naturaleza del polvo. Por ejemplo, en trabajadores del carbón, se le llama "antracosis", y para los polvos orgánicos, como el polvo de algodón, se utiliza el término "bisinosis". (Ramírez, 2012; Parker, 1995)

2.1.2.1 Patogenia. En cuanto a su origen, la silicosis es una enfermedad pulmonar fibrosa que se desarrolla a raíz de la inhalación de partículas de sílice. Esta afección tiene un curso progresivo y puede resultar en discapacidad, ya que carece de un tratamiento específico. Además, la silicosis puede reducir la expectativa de vida de las personas afectadas por esta enfermedad. (Ramírez, 2012; OMS, 2000).

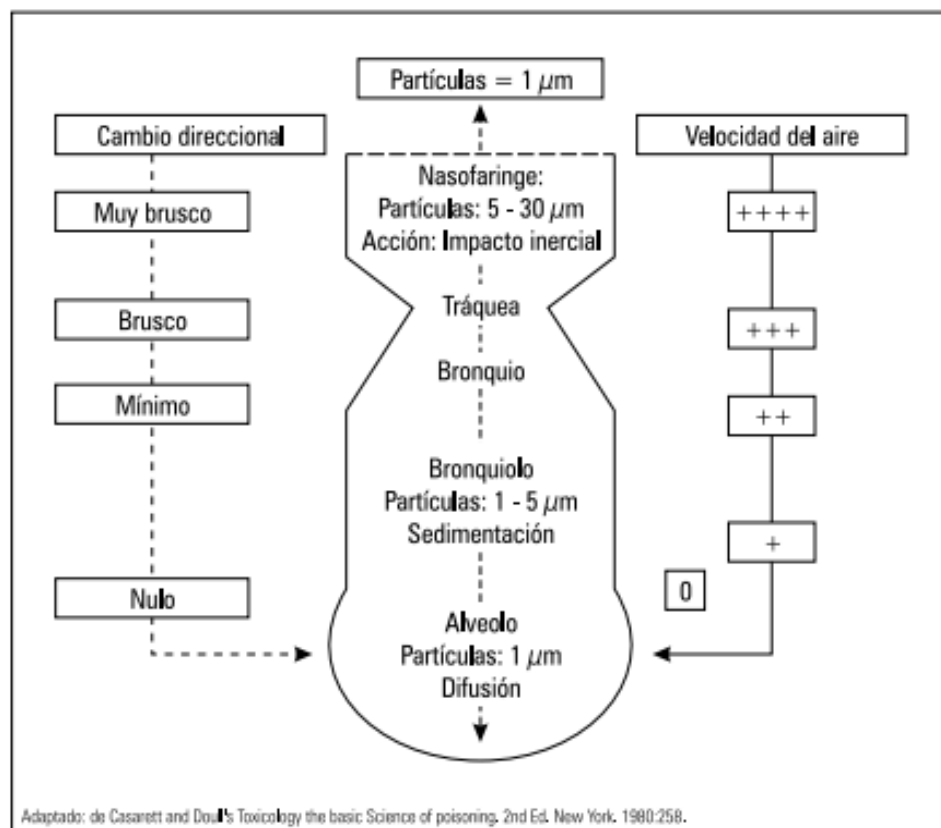
El tamaño de las partículas de sílice presentes en el entorno laboral puede variar significativamente. Como vemos en la figura 1, estas partículas pueden clasificarse en tamaños muy pequeños (1 a 3 μm), tamaños medianos (alrededor de 5 μm) y tamaños grandes ($\geq 10 \mu\text{m}$). Todas estas partículas tienen diferentes propiedades aerodinámicas, concentraciones y densidades, lo que afecta la cantidad de partículas que pueden ser inhaladas y el tiempo de exposición. Las partículas de mayor tamaño tienden a quedar atrapadas en las vibrisas nasales o en las cavidades nasales y nasofaringe, actuando como un filtro natural.

Por otro lado, las partículas de tamaño mediano y pequeño logran pasar y llegan al tracto respiratorio medio e inferior. Sin embargo, las partículas muy pequeñas, que son las

más numerosas, pueden llegar al tracto respiratorio inferior. La enfermedad se desarrolla en función de la relación entre el flujo de entrada y el de salida (Ramírez, 2012; Parker, 1995; Mason et al., 2010). Es importante destacar que existen partículas que son más pequeñas que $1 \mu\text{m}$ y que no se retienen ni atrapan fácilmente; estas partículas pueden entrar durante la inhalación y salir durante la exhalación. Por esta razón, se les llama "partículas respirables", aunque en ciertas circunstancias también pueden quedar atrapadas (Ramírez, 2012; Parker, 1995; Maxim et al., 1999; Schins y Borm, 2010).

FIGURA 1

ASPECTOS AERODINÁMICOS Y ACUMULACIÓN DE SÍLICE



Nota. Adaptado de *Toxicology: The Basic Science of Poisoning* (2ª ed. New York), por L. Cassarett y J. Doulls, 1980. Adaptación por Ramírez, 2012.

Debido a la solubilidad reducida de las partículas sólidas, éstas no pueden ser eliminadas fácilmente por las células respiratorias, por lo tanto, tienden a permanecer en el alveolo.

Aunque el mecanismo patogénico exacto de la silicosis no ha sido determinado con precisión, se ha establecido que las partículas de sílice ejercen una acción directa sobre los macrófagos alveolares pulmonares. La sílice actúa como un irritante primario, provocando que estos macrófagos liberen factores quimiotácticos y mediadores de la inflamación. Esto, a su vez, desencadena una respuesta celular amplificada, generando la producción de leucocitos polimorfonucleares, linfocitos y macrófagos adicionales.

Además, la sílice estimula la liberación de factores fibroblásticos, lo que resulta en la producción de sustancia hialina y el consiguiente depósito de colágeno en el tejido pulmonar. El resultado final de este proceso es la formación de un nódulo hialino característico de la silicosis, conocido como 'nódulo silicótico'. Se ha observado que estos macrófagos disfuncionales también aumentan la susceptibilidad a ciertos agentes infecciosos, como el *Mycobacterium tuberculosis*, el bacilo causante de la tuberculosis (Ramírez, 2012; Parker, 1995; OMS, 2020; Mason et al., 2010; Maxim et al., 1999; Schins y Borm, 2010).

Adicionalmente, la superficie cortante de los cristales de sílice recién fracturada puede dañar directamente las membranas celulares, penetrándolas. A través de esta vía o por vía paracelular, las partículas de sílice viajan hacia los ganglios hiliares, moviéndose de manera centrípeta a lo largo de los canales linfáticos periarteriales y centrífuga a lo largo de los linfáticos perivenosos (subpleurales). La sílice recién fracturada se considera más tóxica que la sílice antigua, ya que presenta bordes muy afilados y radicales más reactivos en su superficie de corte, lo que explica la rápida progresión de la enfermedad en ocupaciones con una alta exposición a este tipo de sílice, como los arenadores, limpiadores de superficies metálicas con chorros de arena y perforistas mineros. Este mecanismo también es similar en trabajadores que pulen escaleras (LaDou, 2005; Ramírez, 2012; Maxim et al., 1999).

2.1.2.2 Clínica. Tal como vemos en la Tabla 2, desde el punto de vista clínico, la silicosis se clasifica en varias formas que incluyen clásica, aguda, acelerada y complicada.

2.1.2.2.1 Silicosis clásica. Conocida como silicosis crónica, a menudo, se presenta de manera asintomática en sus primeras etapas y, por lo general, se inicia como una anomalía radiográfica. Esto se evidencia por la presencia de pequeñas opacidades redondeadas, con un tamaño que oscila entre 0,5 y 5 mm. Estas opacidades tienden a predominar en los lóbulos

los superiores del pulmón en trabajadores que residen en áreas de menor altitud.

En el caso de trabajadores que laboran en regiones de gran altitud, estas opacidades tienden a distribuirse de manera más uniforme en ambos campos pulmonares, aunque muestran cierta preferencia por las áreas exteriores de las bases y los tercios medios de los pulmones debido a la mayor capacidad vital pulmonar en estas zonas.

El período que transcurre entre el inicio de la exposición a la sílice y el inicio de los síntomas de la enfermedad varía, generalmente, de 15 años o más. Sin embargo, en ciertos entornos laborales, como la minería subterránea, se ha observado que este período puede ser más corto, oscilando entre 8 y 10 años. En la minería a tajo abierto, el promedio de tiempo hasta el desarrollo de la enfermedad suele ser de alrededor de 15 años (Ramírez, 2012; Parker, 1995; OMS, 2020; Becklake, 1994).

2.1.2.2.2 Silicosis complicada. puede manifestarse con síntomas iniciales como tos productiva y dificultad para respirar en aumento. A menudo, esta forma complicada de silicosis puede derivar de una silicosis clásica previa. La radiografía de tórax, cuando se correlaciona con los síntomas clínicos, suele revelar una marcada distorsión del árbol bronquial. Además, puede complicarse con infecciones bacterianas recurrentes, que se asemejan a las observadas en pacientes con bronquiectasias.

En cuanto a las lesiones pulmonares predominantes, en la silicosis complicada, se caracterizan por opacidades nodulares grandes, con un tamaño aproximado de 10 mm (Ramírez, 2012; Parker, 1995; Becklake, 1994). Esta forma avanzada de la enfermedad suele presentar un mayor deterioro en la función pulmonar y puede ser incapacitante.

2.1.2.2.3 Silicosis acelerada. La silicosis acelerada se manifiesta después de aproximadamente cuatro a seis años de exposición intensa en entornos altamente contaminados o con una protección colectiva o personal deficiente. Los síntomas clínicos en esta forma de silicosis son similares a los de la silicosis clásica, pero el cuadro clínico tiende a ser más grave. Hasta un 25% de los afectados pueden desarrollar infecciones pulmonares secundarias, lo que agrava aún más su salud.

Un factor agravante adicional es la asociación de la silicosis acelerada con enfermedades autoinmunes, como la artritis reumatoide (conocida como el "síndrome de Caplan Collinete") o la esclerodermia. Estas condiciones pueden empeorar aún más la salud de las personas afectadas (Ramírez, 2012; Parker, 1995; OIT, 1998). La silicosis acelerada representa una forma grave de la enfermedad y destaca la importancia de la prevención y la protección en entornos laborales con alta exposición a la sílice.

2.1.2.2.4 Silicosis aguda. se caracteriza por un desarrollo rápido y agresivo que ocurre en un período de seis meses a dos años. Este desarrollo acelerado está directamente relacionado con una exposición masiva a partículas de sílice. Esta forma de silicosis es más frecuente en trabajadores que realizan tareas con chorros de arena u otras actividades con una alta liberación de sílice en el ambiente laboral.

Desde el punto de vista clínico, los afectados por la silicosis aguda experimentan una dificultad para respirar intensa, y esta afección progresa rápidamente hacia la insuficiencia respiratoria. La silicosis aguda representa una forma severa y peligrosa de la enfermedad que requiere una atención médica urgente y destaca la importancia de la prevención y la protección en entornos laborales con exposición masiva a la sílice (Ramírez, 2012; Parker, 1995; OIT, 1998).

TABLA 2**COMPARACIÓN DE LOS TIPOS CLÍNICOS DE SILICOSIS**

Tipo	Aparición	Síntomas iniciales	Complicación
Clásica	Lenta	Asintomático o dificultad para respirar mínima	20 a 30 % deriva a silicosis complicada
Complicada	Lenta	Tos productiva o dificultad para respirar mínima	Infección bacteriana, micobacterias. Neumotórax. Termina en insuficiencia respiratoria.
Acelerada	Brusca	Dificultad para respirar	Sobre infección o asociación a enfermedad autoinmune.
Aguda	Violenta	Dificultad para respirar intensa	Nódulos silicóticos extrapulmonares

Nota. Adaptado de "Silicosis", por A. Ramírez, 2013

2.1.3 Otras enfermedades respiratorias.

2.1.3.1 Bronquitis crónica o EPOC. es una afección caracterizada por la inflamación crónica del árbol bronquial. Se manifiesta con tos persistente que produce esputo durante al menos tres meses al año y durante dos años consecutivos. La inhalación de polvo, humos y gases irritantes produce una bronquitis simple crónica; es decir, producción de esputo sin obstrucción al flujo de aire. El hecho que los trabajadores con bronquitis simple crónica estén en riesgo de desarrollar obstrucción crónica al flujo de aire está aún en debate. La presencia de una afección pulmonar crónica duradera puede estar influenciada por diversos elementos, tales como la sensibilidad aumentada e inespecífica de las vías respiratorias o la exposición al humo de tabaco, incluyendo el hábito de fumar. Según la Sociedad Americana de Tórax, el riesgo atribuible de los factores laborales como etiología de EPOC es del 15% (LaDou, 2006). Los síntomas de la bronquitis crónica no difieren de los que se presentan en la bronquitis crónica debida al hábito de fumar. Ambas condiciones se caracterizan por la producción excesiva de moco. En la bronquitis industrial se observa obstrucción de las vías respiratorias, lo mismo que en la bronquitis provocada por el tabaquismo (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 1986).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Pulido de escaleras

En la construcción de escaleras, se emplean una amplia gama de materiales, lo que permite la creación de sistemas de escaleras elaboradas con madera, estructuras de acero y concreto armado (Amer y Altamirano, 2017).

El concreto es el resultado de combinar varios componentes para formar un material que se asemeja a una roca artificial. Los ingredientes clave utilizados en la mezcla de concreto son la grava, el cemento, la arena y el agua. La grava y la arena conforman la estructura básica del concreto, mientras que el agua y el cemento reaccionan químicamente para crear una fuerza de unión entre todos los demás materiales presentes en la mezcla, formando así una masa sólida (Morales, 2010).

El proceso de pulido de escaleras evaluado seguirá los siguientes pasos:

2.2.1.1 Desbaste. En la parte superior de las escaleras de concreto se utilizan equipos de pulido diamantado equipado con discos de aleación diamantada de grado abrasivo 30/40 para desbastar la superficie que va a recibir el tratamiento a fin de permitir exponer todos los defectos a reparar. Realizado el desbaste se procede a sopletear la superficie eliminando las partículas pequeñas producto de la operación. Tanto el desbaste como el sopleteo generarán polvo.

2.2.1.2 Resanado. Para el resanado se prepara una mezcla de mortero Quick Patch, resinas Acryl Binder y pigmentos adecuados, cuya dosificación se determina en función del tono de la zona a reparar. Esta mezcla se aplica para resanar todo tipo de quiñes, fisuras y oquedades.

2.2.1.3 Suavizado. Usando equipos de pulido diamantado equipado con discos de aleación diamantada de grado 60/80 y 120/140 en pasadas sucesivas se pule la superficie a fin alisar la losa y emparejar el aspecto. Realizado el pulido se procede a limpiar profundamente la superficie eliminando las partículas pequeñas producto de la operación.

2.2.1.5 Pulido Primario. Se realiza el pulido usando equipos de pulido diamantado equipado con discos de resina diamantada de grado 50, 100 y 200, en pasadas sucesivas sobre la superficie, a fin de alisar la losa y emparejar el aspecto. Realizado el pulido se procede a limpiar profundamente la superficie eliminando las partículas pequeñas producto de la operación.

2.2.1.6 Aplicación de Endurecedor de Densificación. Luego, con un aspersor de baja presión se aplica el endurecedor de densificación Duro Nox LS a razón de 15 m²/l. La superficie debe estar completamente limpia y seca. Luego de aplicarlo, con la ayuda de un paño de microfibra se expande el producto sobre la losa de manera uniforme asegurándose de no dejar acumulaciones ni charcos.

2.2.1.7 Pulido de Acabado. Según el tipo de acabado deseado, se usan equipos de pulido con discos de resina diamantada de grado 400, 800, 1500 y 3000. Realizado el pulido, se limpia profundamente la superficie, eliminando las partículas pequeñas producto de la operación.

2.2.1.8 Aplicación de Sellador y Abrillantador. Utilizando un aspersor de baja presión, se aplica un sellador y abrillantador a razón de 10 m²/l. La superficie debe estar completamente limpia y seca. Luego de la aplicación, con la ayuda de un paño de microfibra se expande el producto sobre la losa de manera uniforme asegurándose de no dejar acumulaciones ni charcos.

2.2.1.9 Abrillantado. Se procede usando equipos de lustrado de alta velocidad equipado con discos de fibras naturales y diamantadas en pasadas sucesivas.

2.2.2 Controles

Según ISO 45001 las organizaciones deben instalar nuevos procedimientos y esquemas de trabajo para prevenir, evitar y/o controlar la existencia de mortalidad laboral, esto con la ayuda y liderazgo de los gerentes generales, encargados de la aprobación, comunicación y verificación de su cumplimiento obligatorio. Con la identificación de los peligros y sus riesgos, la acción preventiva seguirá un orden de acción decreciente de acuerdo con su efectividad: (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2018;

Escuela de Administración de Negocios para Graduados [ESAN], 2016; Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST],2003; NIOSH, 2023)

2.2.2.1 Eliminación del peligro. Cuando se identifica la posibilidad de eliminar un riesgo, se debe considerar seriamente su eliminación, ya que, de lo contrario, la tecnología o el proceso en cuestión podrían considerarse obsoletos. Sin embargo, es fundamental abordar la eliminación de riesgos desde las etapas iniciales de diseño de la instalación, el proceso o la operación. El objetivo principal debe ser garantizar que el entorno sea lo más seguro posible (ESAN, 2016).

2.2.2.2 Sustitución del peligro. Cuando se identifica un riesgo concreto y existen capacidades técnicas para hacerlo, se lleva a cabo la sustitución, que implica reemplazar el material, la sustancia o el procedimiento peligroso por una alternativa menos riesgosa (ESAN, 2016).

2.2.2.3 Reducción del peligro. Después de agotar los intentos de eliminar o reemplazar el riesgo sin éxito, se avanza hacia la reducción de las características peligrosas (ESAN, 2016).

2.2.2.3.1 Controles de ingeniería. Estas implican la reconfiguración del equipo, el proceso o la estructura organizativa del trabajo. Se aprovechan dispositivos derivados de avances tecnológicos que contribuyen a contener o aislar de manera más efectiva los riesgos, como el aislamiento, la protección de maquinaria y sistemas de ventilación (ISO, 2018; ESAN, 2016).

2.2.2.3.2 Controles administrativos. Se llevan a cabo mediante la implementación de medidas como la capacitación, la definición de procedimientos, entre otras. Estos controles representan un refuerzo a las medidas previamente establecidas. Además, se fortalecen los controles aplicados a riesgos de menor gravedad. Cuando no es factible implementar controles de ingeniería para contener un riesgo, la aplicación de controles de gestión crea conciencia y brinda orientación a los trabajadores sobre riesgos específicos y las acciones necesarias para reducirlos. Esto incluye prácticas como la rotación de turnos

y la administración de programas anuales de supervisión de la salud para los empleados identificados en situaciones de riesgo (ESAN, 2016).

2.2.2.3.3 Elementos de Protección a las Personas (EPP). Se recurre al empleo de EPP adecuados cuando no es viable la implementación de otros controles. A pesar de la diversidad de dispositivos disponibles para resguardar a los trabajadores en su totalidad, es esencial garantizar que puedan desempeñar sus tareas sin restricciones (sin embargo, mantener la movilidad y la comodidad es crucial). Se debe brindar los EPPs, adecuados para la actividad o tipo de exposición, y las instrucciones para su uso, limpieza y correcto mantenimiento (ISO, 2018; ESAN, 2016).

2.2.3 Gestión de higiene industrial

Para la gestión de la implementación de los controles, nos apoyamos en el concepto de la Higiene Industrial, donde nos indican el ciclo de esta ciencia como: “la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general” (Herrick, 1998, p.30.3).

FIGURA 2

CICLO DE GESTIÓN DE LA HIGIENE INDUSTRIAL



Nota. Modificado de “Capítulo 30: Higiene Industrial” en Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. por R. Herrick, 1998. Chantal Dufresne, BA.

También, consideramos la evaluación de la exposición, planteada por la “Asociación Americana de Higienistas Industriales” (AIHA, 2010). Esta sostiene que la estrategia es cíclica y debe contribuir a la mejora continua. Consta de siete pasos principales, empezando desde una recolección de datos inicial, la cual va a permitir priorizar esfuerzos y dar un adecuado seguimiento a los controles. Uno de los objetivos de la aplicación de esta estrategia es enfocar el uso de los recursos en las exposiciones con mayor riesgo de exposición, ya que mientras se tenga un mejor conocimiento y entendimiento de las exposiciones, se tendrá la certeza que se está controlando y priorizando lo realmente importante.

Las etapas que se siguieron fueron las siguientes:

2.2.3.1 Inicio. Se estableció la estrategia de evaluación de la exposición para la actividad de pulido de escaleras.

2.2.3.2 Caracterización básica. Fue la etapa donde se recopiló la siguiente información: los agentes de riesgo, la fuerza laboral y el lugar de trabajo.

2.2.3.3 Evaluación de la Exposición. Se realizó la evaluación de exposición en función de la información obtenida en la etapa anterior, la cual incluyó la generación de los GES y los perfiles de exposición.; con el fin de definir una acción a tomar en base a la aceptación de cada perfil de exposición.

2.2.3.4 Búsqueda de información adicional. Para aquellas exposiciones con datos inciertos del nivel de riesgo en términos de aceptabilidad, fue necesario implementar mecanismos de medición para determinar si era necesario la implementación de un control o determinar la periodicidad de evaluación, a fin de tener una mayor confiabilidad en la decisión a tomar.

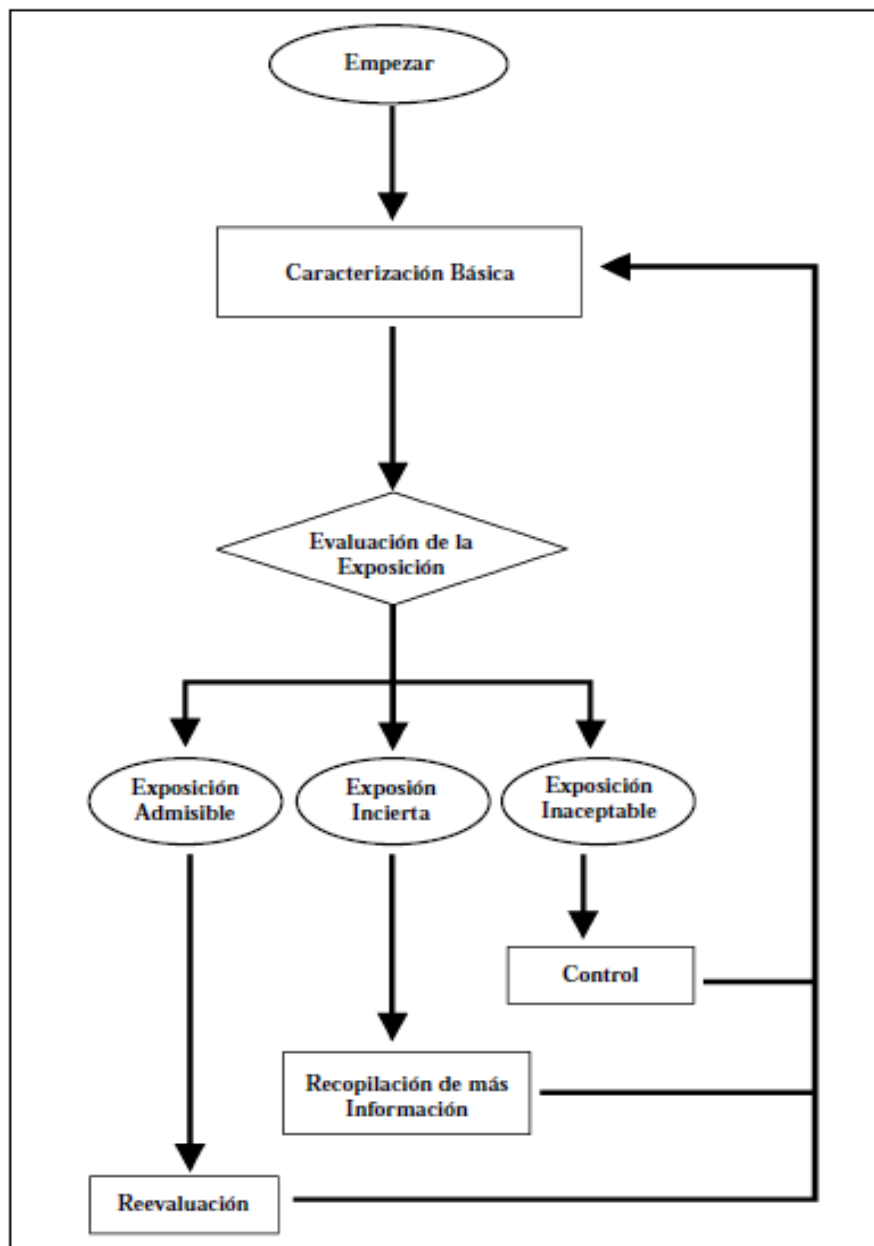
2.2.3.5 Control de los riesgos a la salud. Para aquella exposición con exposiciones inaceptables, fue necesario priorizar la implementación de controles.

2.2.3.6 Reevaluación. Para aquellas exposiciones admisibles, se estableció una periodicidad de evaluación, a fin de verificar que las exposiciones admisibles se mantienen en ese nivel.

2.2.3.7 Comunicación y Documentación. Cada etapa fue documentada y comunicada a las partes del empleador interesadas, o que tenían participación dentro de la estrategia. Este paso es fundamental para asegurar que el proceso sea sostenible.

FIGURA 3

ESTRATEGIA DE LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL - AIHA.



Nota. Asociación Americana de Higienistas Industriales (2010) La Estrategia para la Evaluación Ocupacional

2.3 Marco legal

2.3.1 Ley 26842: “Ley General de Salud”, 15 de julio de 1997

La Ley General de Salud indica que la salud es una condición indispensable del desarrollo humano y es un medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

En el Título Segundo: De los deberes, restricciones y responsabilidades en consideración a la salud de los terceros, en el capítulo VII: De la higiene y seguridad en los ambientes de trabajo se indica que quienes conduzcan o administren actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes o servicios están obligados a implementar las medidas necesarias a fin de garantizar la protección de la salud y seguridad de los trabajadores y de cualquier tercera persona en los ambientes de trabajo. Además, las condiciones de higiene y seguridad con las que debe contar todo lugar de trabajo, los equipos, maquinarias, instalaciones, materiales y todo elemento que pueda ser utilizado para el desarrollo del trabajo deben ser uniformes, acordes con la naturaleza de la actividad y cumplir con las disposiciones de la autoridad competente (Ley 26842, 1997).

2.3.2 Ley 29783: “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”, modificada por la Ley 30222-2014-TR, 26 de julio del 2011

La Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como finalidad fomentar una cultura de prevención de riesgos laborales en todo el territorio peruano. Esta legislación contempla las obligaciones de prevención por parte de los empleadores, el papel de supervisión y control del Estado, y la participación de los trabajadores y sus sindicatos. Todos estos actores, mediante una colaboración conjunta, están encargados de garantizar la promoción, difusión y cumplimiento de las regulaciones con relación a la seguridad y la salud en el ámbito laboral.

La aplicación de esta ley abarca a todos los sectores económicos y de servicios del país y es válida para los trabajadores en el sector privado, el sector público, las Fuerzas Armadas, la Policía Nacional del Perú y los trabajadores independientes.

La Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo establece las normas mínimas necesarias para prevenir los riesgos laborales, aunque permite a empleadores y trabajadores establecer niveles de protección superiores a los establecidos en dicha norma. Esta ley se basa en nueve principios fundamentales: el principio de prevención, el principio de responsabilidad, el principio de cooperación, el principio de información y capacitación, el principio de gestión integral, el principio de atención integral de la salud, el principio de consulta y participación, el principio de primacía de la realidad y el principio de protección (Ley 29783, 2011; Ley 30222, 2014).

2.3.3 Decreto Supremo 005-2012-TR “Reglamento de la Ley 29783 Seguridad y Salud en el Trabajo”, modificada por el D.S. 006-2014-TR, 24 de abril del 2012

Esta norma reglamentaria, se crea con el propósito de permitir una adecuada aplicación de la Ley 29783. Su propósito principal es fomentar una mentalidad preventiva en cuanto a los riesgos laborales en toda la nación. Esto involucra la responsabilidad de los empleadores en la prevención, la función de supervisión y control del gobierno, así como la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales.

Este reglamento es válido para todos los sectores económicos y servicios en el país. Su alcance abarca a trabajadores en el sector público, privado e independiente, así como a individuos en programas de formación, e incluye a todas las personas presentes en el lugar de trabajo, aunque no estén prestando servicios.

Los empleadores y trabajadores tienen la libertad de implementar medidas de prevención más rigurosas que las estipuladas en la Ley 29783. En situaciones no contempladas por la legislación nacional, los empleadores pueden optar por seguir estándares internacionales de seguridad y salud en el trabajo.

El reglamento en cuestión se compone de siete títulos, quince capítulos, ciento veintitrés artículos, una disposición complementaria final, catorce disposiciones complementarias transitorias, un glosario y dos anexos (Decreto Supremo N° 005-2012-TR, 2012).

2.3.4 D.S. N° 015-2005-SA: Reglamento sobre Valores Límite permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de trabajo, 04 de julio del 2005

El presente reglamento se crea como actualización del D.S. 0258-75-SA, en respuesta al aumento en el uso de sustancias químicas en el país. Como parte de sus obligaciones, el Ministerio de Salud, establece las medidas necesarias para salvaguardar la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a sustancias químicas en sus entornos laborales. Incluso en concentraciones cercanas o por debajo de los límites permitidos, estas sustancias químicas pueden tener efectos perjudiciales para la salud de los trabajadores a corto y medio plazo.

El reglamento tiene como objetivo definir valores límite permitidos que protejan la salud de los trabajadores y su progenie a través de una evaluación cuantitativa, con el fin de gestionar los riesgos asociados a la exposición a agentes químicos en el lugar de trabajo, principalmente por inhalación.

Esta normativa es de alcance nacional y se aplica en todos los entornos laborales donde se emplean sustancias químicas con el potencial de causar daños a la salud y seguridad de los trabajadores. La aplicación de estos valores debe ser realizada por profesionales con experiencia en Salud e Higiene Ocupacional.

Es importante destacar que los valores límite permitidos establecidos en esta norma son de carácter referencial y no representan una línea clara que delimite situaciones seguras de peligrosas. Estos valores son aplicables en el contexto ocupacional y para la práctica de la higiene ocupacional, y no deben ser utilizados para evaluar la contaminación ambiental de una población, del agua o de alimentos, ni para estimar índices de toxicidad relativos.

El documento se estructura en tres capítulos, incluye ocho artículos, cuatro disposiciones complementarias, tanto transitorias como finales, y cuatro anexos que detallan los valores límite permitidos (Decreto Supremo N°015-2005-SA, 2005).

2.3.5 Norma G050: “Seguridad durante la Construcción”. Reglamento Nacional de Edificaciones, 08 de mayo del 2009

El Reglamento Nacional de Edificaciones, en adelante RNE, es un instrumento técnico y normativo que rige a nivel nacional. La presente norma, es una de las sesenta y seis normas técnicas que conforman el RNE, las cuales fueron aprobadas mediante el D.S. 011-2006-VIVIENDA.

La norma técnica G050, fue modificada y aprobada mediante el D.S. 010-2009-VIVIENDA, en conjunto con otras siete normas técnicas más.

El sector de la construcción es una de las principales actividades económicas que genera numerosos empleos y actividades. Sin embargo, debido a la variedad de tareas involucradas, a menudo se producen accidentes y enfermedades tanto en los trabajadores como en los visitantes de las obras.

En este contexto, la norma G50 tiene como propósito establecer los requisitos técnicos mínimos necesarios para garantizar que las actividades de construcción se desarrollen sin dar lugar a enfermedades ni accidentes laborales.

Esta norma se aplica en todo el territorio nacional y es de cumplimiento obligatorio tanto para empleadores como para trabajadores, tanto en el sector público como en el privado. Se aplica a todas las actividades de construcción que se detallan en su Anexo A, siguiendo la Clasificación Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Las obras de ingeniería civil que no estén contempladas en esta norma seguirán las regulaciones de seguridad y salud en el trabajo correspondientes a los sectores en los que se desarrollen (Norma G050, 2009).

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

3.1 Gestión de la evaluación ocupacional

El ciclo de la gestión de la evaluación ocupacional inició con la comunicación del área de Producción al área de Salud Ocupacional sobre una nueva actividad conocida como “pulido de las escaleras”.

A continuación, se detalla las etapas o fases que se ejecutaron para la implementación de los controles finales.

- Anticipación
- Identificación
- Evaluación
- Control

Estos pasos se repiten de forma cíclica, de modo que se continúe con un proceso que garantice una mejora continua.

3.2 Anticipación

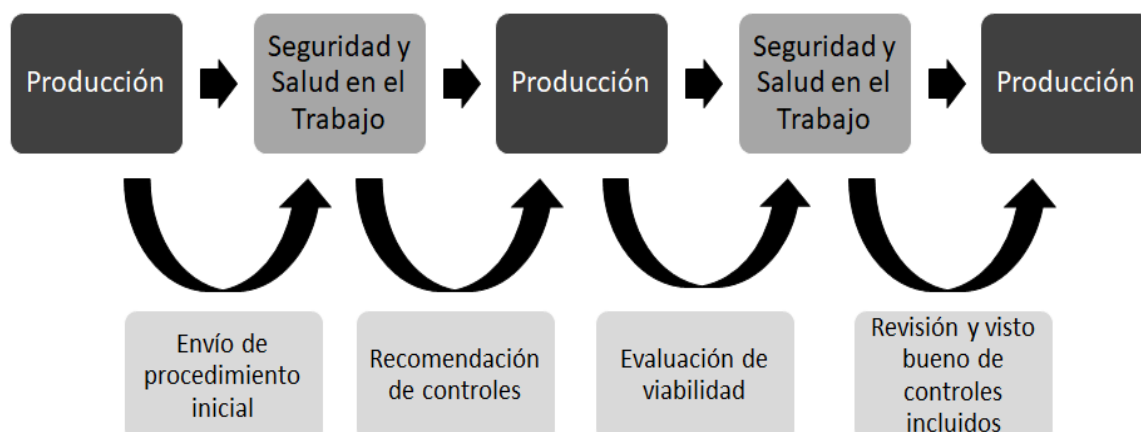
El procedimiento de pulido de escaleras fue entregado para su revisión al personal del área de Salud Ocupacional, a fin de examinar las medidas de control desde la etapa de planificación de la actividad.

Esta etapa fue fundamental debido a que permite **anticipar** las posibles exposiciones, incluso antes de iniciar las actividades, permitiendo la adquisición de las herramientas adecuadas para la actividad y evitando retrasos de la actividad, con lo que se evita incurrir en gastos innecesarios.

La comunicación dinámica entre el área de Seguridad y Salud Ocupacional con el área de Producción fue importante, porque la retroalimentación por ambas partes es lo que va a permitir el diseño y/o adquisición, y la futura implementación de controles reales, a medida y sostenibles durante toda la ejecución de las actividades.

FIGURA 4

PROCESO DE REVISIÓN DE PROCEDIMIENTO



Nota. Elaboración propia

3.3 Identificación

El departamento de Salud Ocupacional supervisa distintas tareas en el proyecto, lo cual incluye la supervisión de las condiciones laborales y el asesoramiento y acompañamiento en la introducción de medidas de control destinada a reducir posibles exposiciones ocupacionales con potencial afectación a la salud de los trabajadores. Esto es particularmente importante en actividades que conllevan la exposición a partículas sólidas en suspensión en el aire.

Tal fue el caso de la actividad de amolado de buzones, donde se registraron concentraciones de material particulado respirable que superaron los límites máximos permisibles, para lo cual fue necesario la implementación de amoladoras con aspiradoras para mitigar la exposición a polvo.

Con esta experiencia y en base a los datos recopilados e información reunida en actividades similares realizadas en otros frentes del proyecto, se identificó que la actividad de pulido de escaleras generaría una exposición a concentraciones de material particulado que superan los límites permitidos, lo que implica la necesidad de implementar medidas de control.

Por lo expuesto, desde el área de Salud en el Trabajo, se recomendó la implementación de una amoladora con guarda conectada a una aspiradora, para la absorción del polvo en la fuente generadora del contaminante.

3.4 Evaluación inicial

Se realizó una prueba inicial con una herramienta con el sistema de absorción de polvo en la fuente, para cuantificar la eficacia del control en el pulido de escaleras. Para ello, se realizó una simulación de la actividad en una zona similar a donde se desarrollarán los futuros trabajos.

Para la medición se utilizó un equipo de lectura directa, ya que se priorizó la celeridad de la obtención de resultados, con el objetivo de poder tomar decisiones oportunas y seleccionar los equipos idóneos antes del inicio de las actividades.

3.4.1 Equipos utilizados

Para estas mediciones se utilizó un medidor de condiciones ambientales de lectura directa marca TSI, modelo EVM7, el cual tuvo su respectivo certificado de calibración vigente durante la realización de las mediciones.

3.4.2 Metodología de medición

Se realizaron mediciones con el sistema de absorción de polvo adosado a la amoladora y sin el sistema de absorción, a fin de comparar ambas situaciones.

Se colocó el medidor de condiciones ambientales sobre un trípode, cerca de la zona respiratoria del operador que realiza la actividad. Las mediciones se realizaron durante todo el tiempo que duraron las simulaciones de la actividad.

Para el uso del equipo se consideran los pasos descritos en el instructivo para monitoreo de agentes químicos de lectura directa. Para mayor detalle, ver Anexo 01: Metodología de monitoreo para la medición de material particulado.

3.4.3 Resultados de medición

Luego de las mediciones, se evidenció una reducción en la generación de polvo respirable de hasta aproximadamente 130 veces (de 48.03 a 0.37 mg/m³). Por lo que se

comprueba que la aspiradora conectada mediante una manguera a la guarda de la amoladora es eficaz en la reducción de polvo

Durante las pruebas, se usó la amoladora Marca Makita, Modelo GA4540C con la guarda y la aspiradora Marca Makita, Modelo VC3210L.

Durante las pruebas, participaron los responsables del área de Producción y del área de Seguridad y Salud Ocupacional del frente de obra. De esta manera, participó el Ingeniero Residente del frente, el capataz, el jefe de grupo, los operadores que realizarían la actividad, el Jefe de Seguridad y Salud en el Trabajo”, el Supervisor de SST y la Higienista Industrial.

Cada uno de los actores que participaron en esta prueba fue fundamental, para garantizar la sostenibilidad del control a implementar a futuro:

TABLA 3

ACTORES DE LA EMPRESA EN LA GESTIÓN DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Puesto de Trabajo	Área	Función/ Rol dentro de la gestión de ST	Beneficios para la implementación del control
Ingeniero Residente	Producción	Encargado de generar el requerimiento del equipo que se va a adquirir, acorde a presupuestos, y tiempos de entrega. Es quien decide la herramienta y/o equipos a utilizar y quien justifica la necesidad de este a la gerencia del área de producción.	Asegura la adquisición de la herramienta con el control en la fuente y asegura la sostenibilidad del control durante toda la actividad.
Capataz	Producción	Encargado de supervisar la actividad en campo, de hacer cumplir los tiempos y acabados acorde a las especificaciones de calidad y producción.	Aporta su experiencia para la selección de la herramienta más adecuada, y se evitan posibles cambios o retrasos cuando se ejecuten las actividades.

Puesto de Trabajo	Área	Función/ Rol dentro de la gestión de ST	Beneficios para la implementación del control
Jefe de grupo	Producción	Responsable de una cuadrilla de trabajadores (4 a 6 trabajadores) que realizan una actividad específica.	Aporta de su experiencia adquirida durante la realización de pruebas en las metodologías de trabajo de las cuadrillas, y a futuro supervisará que se cumplan con las especificaciones del proveedor, que se cuenten con los equipos en buen estado y con todos los accesorios.
Operador	Producción	Ejecutores de la actividad de pulido y quienes van a usar la herramienta que se adquiera.	Su participación e involucramiento en las pruebas, garantiza la aceptación de la herramienta y accesorios seleccionados para los futuros trabajos. También, comparte su conocimiento en la elección de la herramienta más apropiada para la actividad.
Jefe de SST	SST	Encargado de liderar el proceso de SST en todas las áreas del frente de trabajo.	Los controles que se implementen en este frente los puede replicar en las demás áreas de sus frentes de trabajo, y supervisar su cumplimiento, a través de los Supervisores de SST a su cargo.
Supervisor de SST	SST	Encargado de liderar el proceso de SST y supervisar las actividades en su área de trabajo	Su participación asegura el cumplimiento de los controles acordados durante la realización de las tareas y actividades.
Higienista Industrial	SST	Responsable de encabezar la gestión de los factores ocupacionales y brindar asesoramiento en las medidas de control correspondientes.	Asesora en la selección de controles más adecuados y eficaces para la mitigación de la exposición a los agentes ocupacionales. Cuantifica la eficacia de los controles y facilita el trabajo colaborativo entre producción y SST.
Médico Ocupacional	SST	Encargado de supervisar el estado de salud de los empleados en la empresa.	Comunicación de resultados obtenidos a los Gerentes de frentes involucrados, para la estandarización de los procesos.

Nota. Elaboración propia

3.5 Controles iniciales

En base a las pruebas realizadas con el proveedor, y a las experiencias previas en otras actividades de amolado se implementó el uso de las amoladoras con guardas conectadas a las aspiradoras mediante mangueras.

Adicionalmente, se suministraron dispositivos de protección respiratoria a todos los empleados que participan en el proceso de pulido de escaleras. Asimismo, se proporcionó capacitación al personal involucrado en estas labores para garantizar el manejo apropiado de las herramientas, y en el uso de la protección respiratoria. Luego, se programó el monitoreo de verificación de la eficacia de los controles implementados.

TABLA 4

CONTROLES INICIALES

Jerarquía	Controles implementados
Control de ingeniería	Amoladoras con guardas conectadas a las aspiradoras mediante mangueras.
Control administrativo	Capacitación al personal que participa en las actividades en el manejo apropiado de las herramientas, y en el uso de los dispositivos de protección respiratoria.
EPP	Respiradores de media cara con filtros adecuados para material particulado.

Nota. Elaboración propia

3.6 Evaluación, con los controles implementados

Se realizó el monitoreo ocupacional para evaluar la exposición al material particulado respirable, con el fin de verificar la eficacia de los controles implementados durante las actividades.

Se utilizó la metodología NIOSH 0600 como base técnica para llevar a cabo la evaluación del polvo respirable.

3.6.1 Equipos e insumos utilizados

Para estas mediciones se utilizarán los siguientes equipos e insumos:

- Cassettes de 3 cuerpos, con portafiltros.
- Filtros de Policloruro de Vinilo (PVC) de 37 mm de diámetro y 5 µm de porosidad.
- Mangueras de tygon (DI: 6.35mm y DE: 9.53 mm).
- Ciclón de nylon.
- Bomba de muestreo de aire personal, ajustada a un caudal de 1.7 L/min ± 5% (ciclón de nylon).
- Calibrador de flujo.

3.6.2 Metodología de medición

3.6.2.1 Pre-Verificación de calibración de campo. Los filtros y cassettes se prepararon en un laboratorio acreditado, luego se realizaron las pre-verificaciones de campo, y se ajustó la bomba de muestreo de aire personal a un caudal de 1.7 l/min, con el tren de muestreo personal armado, el cual incluyó: la bomba de muestreo de aire personal, la manguera tygon, el cassette con el porta-filtro, filtro de PVC y ciclón de nylon.

Se tomaron tres lecturas del calibrador de flujo, y se registró el valor promedio como flujo inicial, asegurando una variación menor al ± 5%. Las verificaciones de calibración de campo se realizaron antes de cada medición.

3.6.2.2 Medición. La bomba de muestreo personal fue colocada al trabajador seleccionado, asegurando que el medio de muestreo se ubique en la zona de respiración (a mitad de distancia entre el hombro y la nariz, de forma perpendicular al plano del hombro). El equipo se aseguró para un correcto funcionamiento durante toda la medición.

Durante la medición, se realizó el cambio de filtros, respetando el volumen mínimo de 20 litros y volumen máximo de 400 litros, y según las condiciones ambientales que se evidenciaron, asegurando que el filtro no se sature, según lo indicado en la NIOSH 0600. Cada grupo de filtros se incluyó un filtro de control o también conocido como blanco. Este filtro se sometió a las mismas condiciones de transporte y exposición que los demás, con la única diferencia que no captó volúmenes de aire por medio mecánico.

Las mediciones se realizaron durante el 70% de la jornada o más, según lo permitieron las actividades, de modo que, se garantizó la obtención de muestras representativas de la presencia de polvo durante los procesos de pulido de escaleras. También, se realizó el seguimiento y registro de las actividades realizadas, verificándose el correcto funcionamiento de la bomba de muestreo, así como el buen estado de los filtros.

Después de finalizar el período de muestreo, se interrumpió el funcionamiento de la bomba y se anotaron los datos pertinentes en los registros de campo.

3.6.2.3 Post-Verificación de calibración de campo y transporte de las muestras a laboratorio. Se ejecutó la post - verificación del error arrojado del sistema de muestreo, donde se verificó que la variación fue menor al $\pm 5\%$. Luego se retiró el cassette de las bombas, se cerraron y colocaron de forma que el “inlet” del cassette quedó hacia arriba, de forma que las paredes del filtro permanecieran en todo momento en posición horizontal.

Se registraron todos los datos de la medición en los registros de custodia, las muestras se colocaron en los recipientes proporcionados por el laboratorio y se transportaron en esa disposición para su posterior análisis en el laboratorio correspondiente.

3.6.2.4 Cálculo de la Exposición. Después de recopilar los datos en el campo, se ingresaron a la base de datos en formato digital y posteriormente se determinó la concentración de polvo respirable de cada filtro mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 \left(\frac{mg}{m^3} \right)$$

A continuación, se detalla el significado de cada variable:

C: Cantidad de Polvo de Fracción Inhalable o Respirable

W1: Masa del filtro antes del inicio muestreo (mg)

W2: Masa final del filtro al final del muestreo, después de la recolección de la muestra (mg)

B1: Masa del filtro de control o blanco antes del inicio muestreo (mg)

B2: Masa del filtro de control o blanco al final del muestreo, después de la exposición (mg)

V: Cantidad de aire recogido por la bomba de muestreo de aire personal (L)

La concentración total diaria para cada elemento de polvo respirable se calculó según la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración de la Jornada} = \frac{\sum C_i T_i}{\sum T_i}$$

Dónde:

Σ : Suma del conjunto

C_i: La concentración correspondiente a cada valor i

T_i: La duración de la exposición, en horas, relacionada con cada valor de concentración C_i.

Se tomó como criterio de comparación los límites máximos permisibles encontrados en el D.S. 015-2005-SA, en relación respecto a los niveles permitidos de polvo de fracción respirable.

TABLA 5

LÍMITES PERMISIBLES

N°	Agentes Químicos	Límites de Exposición Ocupacional (LMP -TWA)
1	Polvo Respirable	3 mg/m ³

Nota. Adaptada de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento sobre Valores Límite Permisible para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo (D.S 015-2005- SA), por Perú, 2005.

TABLA 6

NIVELES DE RIESGO DE POLVO RESPIRABLE

Nivel de Riesgo	Intervalo de Valoración
Nivel Bajo	Por debajo del nivel de acción = 1.5 mg/m ³ (50% de Límite Máximo Permisible)
Nivel Medio	Por encima del Nivel de Acción 1.5 mg/m ³ (50% de Límite Máximo Permisible) y debajo del Límite Máximo Permisible = 3 mg/m ³
Nivel Alto	Por encima del Límite Máximo Permisible = 3 mg/m ³

Nota. Modificada de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento sobre Valores Límite Permisible para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo (D.S 015-2005- SA), por Perú, 2005.

3.7 Evaluación de Resultados

El monitoreo cuantitativo de material particulado respirable se realizó según lo programado, cuando iniciaron las actividades de pulido, en acompañamiento con el personal que estuvo involucrado en las pruebas para la determinación de controles durante esta actividad.

Sin embargo, durante el inicio de actividades, se volvieron a hacer pruebas en la zona de trabajo con la cuadrilla de obreros, y en coordinación con el equipo de trabajo se determinaron controles adicionales en la fuente para reducir más la exposición a material particulado respirable, controles tales como:

- El humedecimiento de la superficie a pulir, con ayuda de una brocha.
- El incremento en la cantidad de veces que se realiza la limpieza de los filtros de la aspiradora, pasando de 2 a 3 veces durante la jornada, la cual se había planteado de forma inicial el realizarla una sola vez al finalizar la jornada. Con el fin de evitar que los filtros de la aspiradora se saturen y que continúe absorbiendo el polvo de manera eficiente.
- El aumento en la frecuencia de barrido del área después del pulido de cada grada, para disminuir el polvo residual acumulado en las escaleras.

Como resultados de la medición se registró una concentración de 5.13 mg/m^3 durante la actividad de pulido de escaleras. Esta concentración supera el límite máximo permisible de 3 mg/m^3 para polvo fracción respirable, durante una jornada típica de 8 horas. Es decir, continuaba un nivel de riesgo alto.

Sin embargo, complementando todos los controles en la fuente antes descritos, con controles administrativos como la rotación de actividades, se logra reducir esta exposición hasta 2.8 mg/m^3 , la cual representa un nivel de riesgo medio.

Adicional, considerando el uso adecuado de la protección respiratoria media cara, marca 3M, modelo 7500, con un Factor de Protección Asignado de 10, la exposición diaria ocupacional se reduce hasta una concentración de 0.28 mg/m^3 , la cual representa un nivel de riesgo de exposición bajo.

A continuación, se muestran los resultados, según los controles implementados.

TABLA 7

RESULTADOS, SEGÚN CONTROLES IMPLEMENTADOS

N°	Controles implementados	Resultado de Concentración de Polvo Respirable (mg/m ³)	Nivel de Riesgo
1	Amoladoras con guardas conectadas a las aspiradoras. Humedecimiento de la superficie a pulir. Aumento de frecuencia de limpieza de filtros de la aspiradora y de barrido de área.	5.13	Alto
2	Control 1 + Rotación de actividades.	2.8	Medio
3	Control 1 + Control 2 + Respirador media cara con filtro para material particulado	0.28	Bajo

Nota. Elaboración propia

Luego de los resultados obtenidos, los controles finales para este tipo de actividad quedan establecidos según lo descrito en la siguiente tabla.

TABLA 8

CONTROLES FINALES

Jerarquía	Controles implementados
Controles en la fuente	Amoladoras con guardas conectadas a las aspiradoras mediante mangueras. Humedecimiento de la superficie a pulir con ayuda de una brocha. El incremento en la cantidad de veces que se realiza la limpieza de los filtros de la aspiradora, pasando de 2 a 3 veces durante la jornada Se aumenta la frecuencia del barrido del área para disminuir el polvo residual acumulado en las escaleras, después del pulido de cada grada.
Controles administrativos	Rotación de actividades, intercalando el pulido de escaleras con el barrido. Capacitación al personal que participa en las actividades en el manejo apropiado de las herramientas, y en el uso de los dispositivos de protección respiratoria.
EPP	Respiradores de media cara con filtros adecuados para material particulado.

Nota. Elaboración propia

3.8 Confirmación de la protección y estandarización

En la verificación de la protección, se procuró registrar una exposición que estuviera por debajo del límite máximo permitido y del nivel de alerta o acción, es decir, una concentración de polvo respirable con un nivel de riesgo bajo.

Luego de definir los controles para que la exposición se reduzca hasta un nivel de riesgo bajo, estos controles se incluyen dentro de los lineamientos (buenas prácticas) de salud ocupacional.

Los lineamientos o directrices de salud ocupacional, es un documento, donde se listan buenas prácticas de trabajo, los cuales incluyen controles modelos para la mitigación de la exposición a diferentes agentes ocupacionales.

Estos lineamientos son de cumplimiento obligatorio para cualquier empresa en el Proyecto que realice cualquiera de las actividades listadas en el documento. Estos lineamientos, se entregan y explican a las empresas subcontratistas durante su reunión de ingreso al proyecto, para que desde la planificación se contemplen todos los controles a implementar durante la ejecución de sus trabajos.

De este modo los controles que definidos en el presente estudio se estandarizan para todo el proyecto, incluyéndose dentro de una herramienta ya existente de la gestión de salud en el trabajo.

Luego de estandarizados los controles e incluidos en los lineamientos, se realiza el seguimiento a estas actividades a fin de asegurar que el nivel de exposición se continúa manteniendo en niveles bajos, seguros para la salud.

3.9 Gestión implementada

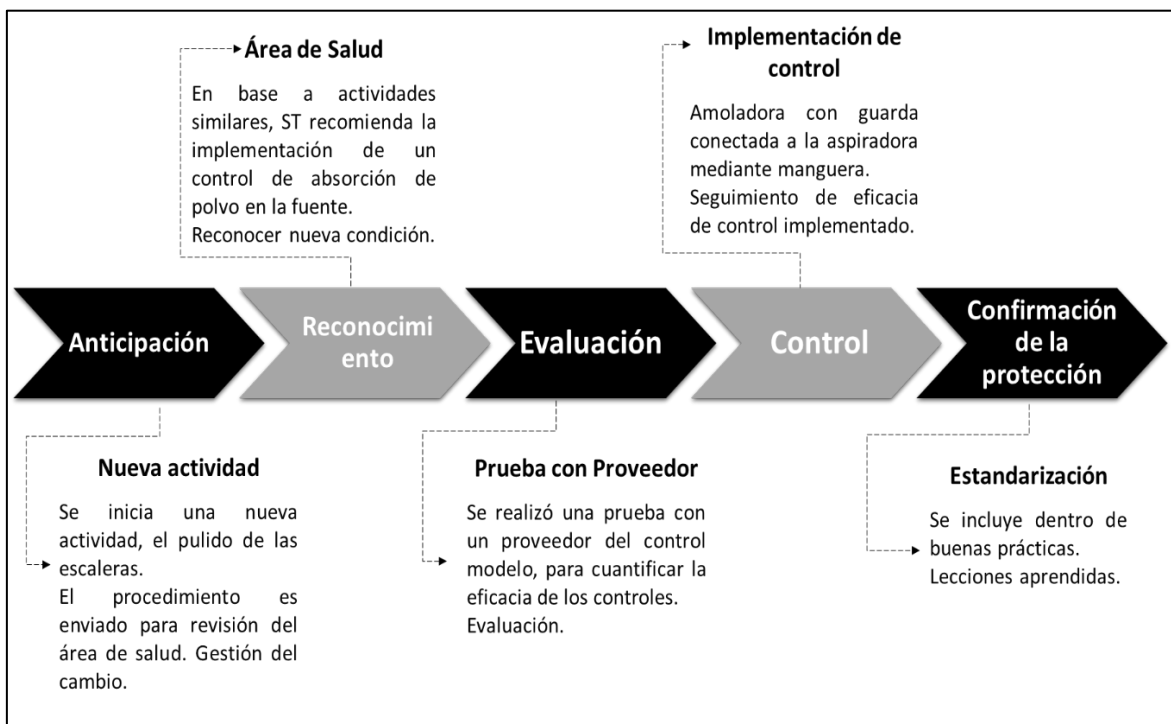
Cuando se inició la nueva actividad de pulido de escaleras, el procedimiento fue enviado para revisión de la Higienista del área de salud ocupacional (anticipación). En base a actividades previas similares, se recomendó la implementación de un control de absorción de polvo en la fuente (reconocimiento). Se realizó una prueba para cuantificar la

eficacia de los controles (evaluación). Luego, se implementó el control de mitigación de polvo en la fuente (control), obteniéndose el control de la exposición.

Como parte de la mejora continua, la nueva actividad y los controles implementados se incluyó dentro de los lineamientos de buenas prácticas de Salud en el Trabajo (anticipación). Se verifica si las condiciones han cambiado o si se mantienen según lo identificado inicialmente (reconocimiento). Se realiza el monitoreo ocupacional de seguimiento para verificar el nivel de exposición a polvo (evaluación). Se lleva a cabo un seguimiento constante a los controles implementados a fin de verificar su eficacia durante las actividades (control).

Este proceso cíclico continúa durante toda la ejecución de la actividad de pulido de escaleras, a continuación, se presenta un gráfico que resume la gestión realizada.

FIGURA 5
GESTIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES



Nota. Elaboración propia

Capítulo IV. Análisis y discusión de los resultados

Nuestro estudio demostró que, con el propósito de reducir la exposición a material particulado fracción respirable en la tarea de pulido de escaleras, fue necesario implementar controles en la fuente, administrativos y el uso de dispositivos de protección personal. La aplicación de cualquiera de estos controles en forma aislada no es suficiente para mitigar la exposición hasta un nivel de riesgo bajo (por debajo del límite y del nivel de alerta o acción).

La vigilancia de la salud de los trabajadores involucra la evaluación del estado de salud de los empleados y la vigilancia del medio ambiente de trabajo mediante mediciones de los agentes y factores de riesgo que pueden afectar tanto la salud de los trabajadores como las condiciones del entorno laboral. Sin embargo, los profesionales de salud ocupacional también pueden cumplir un rol facilitador para la implementación de controles junto con los responsables del proceso y la participación de los trabajadores involucrados.

El ámbito de la salud ocupacional demanda una perspectiva interdisciplinaria que involucre diversas disciplinas, entre las cuales destaca la higiene industrial. Resulta fundamental que aquellos encargados de tomar decisiones, líderes, trabajadores y profesionales de la salud en el trabajo entiendan la importancia del papel desempeñado por la higiene industrial en la preservación de la salud de los empleados y la protección del entorno laboral.

Las mediciones realizadas en el estudio tuvieron como finalidad determinar la presencia y parámetros del polvo respirable en el pulido de escaleras, de esta manera, fue útil para gestionar de estrategias de control y procedimientos de trabajo. Los instrumentos de lectura directa y en tiempo real fueron bastante útiles para fines de control, detectando situaciones de exposición que deben ser comprendidas y controladas por los involucrados.

Durante la evaluación, al analizar la propagación de contaminantes desde la fuente hasta el entorno laboral, consideramos que la prioridad residía en evaluar la exposición acumulada en el receptor, en lugar de enfocarnos en la precisión y exactitud de las

mediciones. Además, se llevaron a cabo mediciones para evaluar la eficacia de las medidas de control y para optimizar la eficiencia en el trabajo. También se recolectaron muestras del ambiente de la fuente o de la zona para evaluar la exposición de los trabajadores, como un primer acercamiento a la evaluación del riesgo.

Nuestro estudio demostró que, medidas combinadas fueron adecuadas para controlar la exposición a material particulado fracción respirable del pulido de rocas en el entorno laboral. Esta afirmación se obtuvo luego de contrastar las mediciones del polvo respirable contra los valores máximos permitidos antes y después de los controles. Utilizamos como referencia tanto los límites permisibles nacionales para sustancias químicas como los límites internacionales, para orientar la implementación de medidas preventivas y correctivas. Cuando es conocido y notorio que existen exposiciones de nivel de riesgo alto, se recomienda la introducción de controles incluso antes de llevar a cabo evaluaciones cuantitativas. Por lo expuesto, podría ser necesario reconsiderar el enfoque tradicional de "identificación - evaluación - control" y adoptar un enfoque más proactivo como "identificación - control - evaluación", o incluso "identificación - control" en ausencia de recursos para evaluar los riesgos.

En general, las mejores intervenciones son las que modifican físicamente la fuente, lo que permite la eliminación del agente peligroso o la reducción significativa de su concentración e intensidad. Sin embargo, el uso de aspiradora en la amoladora no fue suficiente para reducir el nivel de riesgo, entonces, se implementaron controles adicionales con el propósito de prevenir la emisión y dispersión del polvo respirable en el entorno laboral, interrumpiendo sus vías de propagación, como la humidificación y el barrido frecuente. Otras medidas que ayudaron a reducir las exposiciones al polvo respirable fueron la rotación del personal, la sensibilización y participación de los trabajadores y el uso de respiradores.

Finalmente, en ocasiones no es factible eliminar por completo los agentes y los riesgos que afectan la salud de los trabajadores, especialmente cuando están relacionados con procesos laborales inherentes, como el polvo respirable en el pulido de escaleras; sin

embargo, es posible gestionar estos riesgos de manera efectiva. La evaluación de riesgos desempeña un papel fundamental en este proceso, ya que proporciona información valiosa. Sin embargo, es importante destacar que, mientras que la evaluación de riesgos sigue un enfoque científico y analítico, la gestión de riesgos es más pragmática. Implica tomar decisiones y llevar a cabo acciones con el objetivo de prevenir o reducir los riesgos a niveles aceptables, integrándose en un plan viable, coordinado y con participación de todos los involucrados.

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que los controles implementados en la fuente (amoladora con guarda conectada a una aspiradora mediante una manguera, humedecimiento sobre la superficie a pulir, frecuencia de limpieza de filtros de la aspiradora y barrido de la zona de trabajo) contribuyeron de manera significativa en la mitigación de la generación de material particulado fracción respirable durante la tarea de pulido de escaleras, reduciéndolo hasta una concentración de 5.13 mg/m³.

Sin embargo, las concentraciones de polvo respirable sobrepasaron el valor límite permisible de 3 mg/m³, establecido en el D.S.015-2005-SA, es decir registró un nivel de riesgo alto. Entonces, si bien este control aportó la mayor mitigación del polvo generado, no pudo lograr una disminución suficiente de la exposición de los trabajadores para alcanzar un nivel de riesgo bajo, es decir, por debajo del 50% de la dosis.

La implementación de los controles administrativos como la rotación de actividades disminuyó la exposición a material particulado respirable hasta una concentración de 2.8 mg/m³, casi la mitad de la exposición obtenida con sólo los controles en la fuente. Sin embargo, a pesar de ello, las concentraciones de polvo respirable sobrepasaron el nivel de alerta o de acción de 1.5 mg/m³, es decir, se registró un nivel de riesgo medio.

Entonces, se evidenció una disminución en la exposición ocupacional al agente de polvo respirable, aplicando estos dos tipos de controles: en la fuente y administrativos, sin embargo, tampoco fue suficiente para disminuir la exposición hasta un nivel óptimo, es decir, un nivel de riesgo bajo.

La implementación del uso de protección respiratoria de tipo media cara con un factor de protección asignado de 10 con su respectivo filtro para partículas, en conjunto

con los controles en la fuente y administrativos, redujo la exposición hasta una concentración de 0.28 mg/m^3 , es decir hasta un nivel de riesgo bajo.

En conclusión, sólo se obtuvo una disminución de la exposición ocupacional a polvo respirable hasta un nivel de riesgo bajo, complementando los tres tipos de controles: de ingeniería en la fuente, medidas administrativas y el uso de equipos o dispositivos de protección personal.

Recomendaciones

La estandarización de procesos contribuye con el fomento de una cultura de prevención de riesgos laborales. Por lo tanto, es crucial estandarizar las medidas de control para gestionar la exposición a factores ocupacionales

Los profesionales de seguridad y salud ocupacional deben tener un rol asesor preventivo y deben fomentar el trabajo colaborativo entre producción y SST. Se debe promover la participación de los encargados de los procesos y el personal ejecutor de las actividades, sólo así se lograrán medidas de control y planes de acción sostenibles, y que beneficien el proceso productivo y la seguridad y salud ocupacional.

El monitoreo ocupacional debe contribuir a la eficiencia del proceso constructivo y a la prevención de enfermedades. De esta manera, el monitoreo ocupacional no es un fin en sí mismo, si no es un medio para verificar que se cuentan con ambientes de trabajo seguros y saludables, a través de la cuantificación de la eficiencia de los controles implementados.

Durante la implementación de cualquier control para la mitigación de la exposición a agentes ocupacionales es importante involucrar a los operarios ejecutores de la actividad desde la planificación y las pruebas iniciales, ya que su participación nos asegura la aceptación del control y el uso adecuado durante el desarrollo de sus actividades. Además, se aprovecha su tiempo de experiencia en el desarrollo de las tareas para corregir, adaptar y/o mejorar el control a implementar, de modo que no le dificulte el trabajo y se desarrolle la actividad de la forma más eficaz posible.

Referencias bibliográficas

- American Industrial Hygiene Association (AIHA). (2010). *La Estrategia para la Evaluación Ocupacional*.
- Aynaya, M. y Picha, J. (2020). *Análisis de concentración de material particulado en la actividad de movimiento de tierra y propuesta de medidas de control para el proyecto de pavimentación de vías públicas en el distrito de Cerro Colorado*. (Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú)
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/3005>
- Becklake, M.R. (1994) Symptoms and pulmonary functions as measures of morbidity. [Síntomas y funciones pulmonar como medidas de morbilidad] *The Annals of Occupational Hygiene* 38(4) 569–580 <https://doi.org/10.1093/annhyg/38.4.569>
- Calderón E. (2019). *Evaluación de partículas respirables en los ambientes y puestos de trabajo de la empresa ferrocarril central andino*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal)
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4029>
- Decreto Supremo 005 de 2012 [Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo]. Reglamento de la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. 24 de abril del 2012. D.O. No. 781249-1
- Decreto Supremo 015 de 2015 [Ministerio de Salud]. Reglamento sobre Valores Límite permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de trabajo. 04 de Julio de 2005. D.O. No. 11995
- Escobar, M. (2017). *Nivel de concentración de polvos respirables y su relación con la salud ocupacional de los trabajadores de las compañías mineras Taylor's y Sierra Central en las cuencas del Rio Huari y Rio Mantaro – Yauli 2017* (Tesis de Pregrado, Universidad Continental) <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4106>

Escuela de Administración de Negocios para Graduados. (06 de octubre del 2016). La importancia de la jerarquía de control de riesgo.

<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/la-importancia-de-la-jerarquia-de-control-de-riesgo>

Gil, P. (2013). *La silicosis en el ámbito laboral: medidas de prevención y su consideración como enfermedad profesional*. Universidad Pública de Navarra.

<https://core.ac.uk/download/pdf/13251993.pdf>

Herrick, Robert F. (1998). Higiene Industrial. En *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. (Cap. 30, 30.3) Editorial Chantal Dufresne, BA

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. (14 de Setiembre del 2018)

Consecuencias para la salud de la sobreexposición al polvo respirable de carbón y sílice. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC).

<https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/respirable.html>

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. (Mayo 1996) *Preventing Silicosis and Deaths in Construction Workers*. [Prevención de la silicosis y muertes en trabajadores de la construcción] Centros para el Control y la Prevención de

Enfermedades. https://stacks.cdc.gov/view/cdc/21282/cdc_21282_DS1.pdf

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. (Abril 2009) *Control of Hazardous Dust When Grinding Concrete* [Control del Peligro del polvo generado al moler hormigón]. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades.

<https://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2009-115/pdfs/2009-115.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2009115>

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. (17 de Enero de 2023) *Hierarchy of Controls* [Jerarquía de Controles]. Centros para el Control y la Prevención de

Enfermedades. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo e Instituto Sindical de Trabajo,

Ambiente y Salud. (Septiembre 2007) *La prevención de riesgos en los lugares de*

trabajo. Guía para una intervención Sindical.

<http://istas.net/descargas/gverde/gverde.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2010) *Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado.*

<https://www.insst.es/documents/94886/328681/890w.pdf/1200ad33-c044-4e98-b716-782f3eeab224>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2021) *Directrices básicas para la evaluación de riesgos laborales* <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/directrices-basicas-para-evaluacion-de-riesgos-laborales-ano-2021>

LaDou, J. (2005) *Diagnóstico y Tratamiento en Medicina laboral y ambiental* (3ª ed.)
Editorial El Manual Moderno.

LaDou, J. (2006). *Diagnóstico y tratamiento en medicina laboral y ambiental* (4ta ed.).
Editorial El Manual Moderno.

Ley 26842 de 1997. Ley General de Salud. 15 de Julio de 1997. D.O. No.8329

Ley 29783 de 2011. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. 20 de Agosto del 2011. D.O.
No.680588-1

Ley 30222 del 2014. Ley que modifica la Ley 29783, Ley de seguridad y salud en el
trabajo. 11 de Julio del 2014. D.O. No. 1109203-1.

Morales, E. (2010). *Criterio de análisis, diseño, ejecución y ejemplos de aplicación sobre sistemas de escaleras de concreto armado.* (Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala)

http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3162_C.pdf

Mason, R.J., Broaddus, V.C. y Martin, T.R. (2010) *Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine.* (5th ed)

Maxim, D.L., Venturin, D. y Allshouse, J.N. (1999) Respirable crystalline silica exposure associated with the installation and removal of RCF and conventional silica-containing refractories in industrial furnaces [Exposición a sílice cristalina

- respirable asociada con la instalación y eliminación de RCF y refractarios convencionales que contienen sílice en hornos industriales] *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 29(1), 44-63 <https://doi.org/10.1006/rtp.1998.1268>
- Naji, A. y Altamirano, J. (2017) *Compendio de Criterios de Análisis y Diseño de Escaleras de Concreto Reforzado Basado en los Códigos Constructivos que Rigen las Estructuras de Concreto*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua) <https://repositorio.unan.edu.ni/3676/>
- Organización Mundial de la Salud y Organización Internacional del Trabajo. (2021) *WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000-2016: global monitoring report*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/publication/wcms_819788.pdf
- Organización Internacional del Trabajo. (28 de Abril de 2011) *OSH management system: A tool for continual improvement* [Sistema de Gestión de SST: una herramienta para la mejora continua] https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_153930.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2010) *Entornos Laborales Saludables: Fundamentos y Modelo de la OMS. Contextualización, Prácticas y Literatura de Apoyo*. <https://iris.who.int/handle/10665/44466>
- Organización Internacional del Trabajo. (2019) *Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience*. [La seguridad y la salud en el centro del futuro del trabajo: construyendo en 100 años de experiencia] https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686645.pdf
- Organización Internacional del Trabajo. (1998). *Principios directivos técnicos y éticos relativos a la vigilancia de la salud de los trabajadores* (Serie Seguridad y Salud en el Trabajo, núm. 72). https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_publ_9223108284_es.pdf

Organización Mundial de la Salud. (Mayo de 2000) *Silicosis. Fact Sheet N°238*.

<http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0cdl--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4----0-0-11-10-0utfZz-8-00&cl=CL1.242&d=HASHf58c7c472d6ca58330314f.2&x=1>

Organización Internacional del Trabajo (1998) *Encyclopedia of Occupational Health and Safety* (3rd ed). <http://www.iloencyclopaedia.org>

Organización Panamericana de la Salud. (1986) *Enfermedades Ocupacionales. Guía para su diagnóstico*. Publicación científica N° 480.

<https://iris.paho.org/handle/10665.2/38776>

Organización Internacional de Normalización (2018). *ISO 45001: 2018 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*.

Parker J.E. (1995) *Clinical Picture, Prevention, and Therapy of Silicosis and Silica-Related Diseases*.

Pérez, H., Rojas, J. y Hoyos, L. (Septiembre 2019). *Informe Monitoreo y Análisis de Calidad del Aire en el Marco del Licenciamiento Ambiental del Proyecto "Construcción de la Subestación Terminal y Líneas Asociadas a 115 Kv"*. ENEL.

https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%C3%B1ol/subestaciones-/subestaci%C3%B3n-terminal/CA%20-034_Informe%20calidad%20aire.pdf

Perú. (2009). Norma G050: "Seguridad durante la Construcción". Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://cdn->

[web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo1/RNE2009_G_050.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo1/RNE2009_G_050.pdf)

Ramírez A. (28 de Mayo del 2023). *Silicosis*.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v74n1/a10v74n1.pdf>

Sánchez-Aguilar, M., Pérez-Manríquez, G., González, G., Peón-Escalante, I. (22 de Mayo del 2017). *Enfermedades actuales asociadas a los factores de riesgo laborales de la industria de la construcción en México*.

<https://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v63n246/0465-546X-mesetra-63-246-00028.pdf>

Semple, S., Green, D.A., McAlpine, G., Cowie, H., Seaton A. (18 de Abril de 2008)

Exposure to particulate matter on an Indian stone-crushing site.

<https://oem.bmj.com/content/65/5/300.long>

Schins, R.P. y Borm, P.J. (1999) Mechanisms and mediators in coal dust induced toxicity

[Mecanismos y mediadores de la toxicidad inducida por el polvo de carbón.] *The*

Annals of Occupational Hygiene 43(1) 7-33. <https://doi.org/10.1016/S0003->

[4878\(98\)00069-6](https://doi.org/10.1016/S0003-4878(98)00069-6)

Toro, J. y Escudero, P. (2017). *Material Particulado y su Incidencia en Alteraciones*



Respiratorias en los Trabajadores de la Construcción en Viviendas Rurales Tipo


MIDUVI. (Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato)


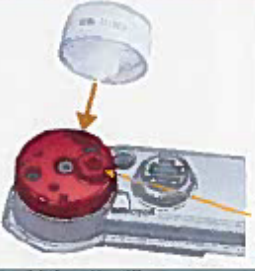






<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25950>

Anexos

Anexo 1: Metodología de monitoreo para la medición de material particulado






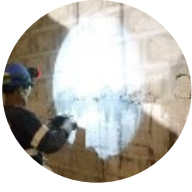
		INSTRUCTIVO PARA MONITOREO DE POLVO RESPIRABLE E INHALABLE								
Documento N° :		Fecha : 18-feb-19 Rev. : 00								
1.00	OBJETIVO Y ALCANCE									
1.01	OBJETIVO	Establecer los pasos a seguir en el uso del Equipo de Bomba de Muestreo Personal								
1.02	ALCANCE	Aplica al personal del que utiliza los equipos.								
2.00	DESARROLLO DEL ENCENDIDO DEL EQUIPO									
2.01	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO	<p>1.- Encender el equipo con la tecla CHECK - ENTER el equipo. 2.- Aparece en la pantalla opciones para comenzar la utilización del equipo 3.- Apagar el equipo con la misma tecla CHECK - ENTER, manteniendo pulsada hasta que salga un aviso de conteo de 3,2,1, el mensaje de "Apagado 2", y la pantalla se pone negra. 4.- En la parte delantera de la bomba hay teclas para realizar y seleccionar su función:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <table style="border: none;"> <tr> <td style="padding: 2px;">VOLVER =</td> <td style="font-size: 1.2em; padding: 0 5px;">↶</td> <td style="padding: 2px;">MÁS =</td> <td style="font-size: 1.2em; padding: 0 5px;">+</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ARRIBA / ABAJO</td> <td style="font-size: 1.2em; padding: 0 5px;">↕</td> <td style="padding: 2px;">MENOS =</td> <td style="font-size: 1.2em; padding: 0 5px;">-</td> </tr> </table> </div>	VOLVER =	↶	MÁS =	+	ARRIBA / ABAJO	↕	MENOS =	-
VOLVER =	↶	MÁS =	+							
ARRIBA / ABAJO	↕	MENOS =	-							
3.00	DESARROLLO DE LA CALIBRACIÓN PARA REALIZAR MUESTRA DE POLVO RESPIRABLE (PRE Y POST MUESTREO)									
3.01	CALIBRACIÓN PARA POLVO RESPIRABLE	<p>1.- Elegir como mínimo tres filtros para realizar la medición y seleccionaremos uno al cual le llamaremos "BLANCO", para realizar la calibración del equipo. 2.- Ubicaremos la manguera en la parte superior del lado derecho de la bomba, ajustando para que quede bien sellado, el otro extremo de la manguera se colocará en la tapa de la jarra que va directamente en conexión con el ciclón; (fig.1) 3.- Una vez conectado con el ciclón pondremos en su base el filtro "BLANCO" con la parte rugosa hacia arriba y la parte lisa hacia abajo. 4.- Al otro costado de la tapa de la jarra colocaremos la manguera que va directamente conectado al calibrador (TSI), y enroscaremos la tapa a la jarra hasta que quede bien cerrado. (fig.2). 5.- Prenderemos el calibrador y seleccionaremos "calibrar" en las funciones de la Bomba. 6.- Para comenzar con la calibración verificaremos el flujo al que se realizará la calibración, para la muestra de polvo respirable el flujo deberá ser 1,7 l/min (para el ciclón de nylon), presionar la tecla CHECK para comenzar con la calibración. 7.- Observar en la pantalla del calibrador que el flujo sea igual al de la bomba o con una diferencia de hasta el 5% del flujo total. 8.- Si se observa en la pantalla que supera estos niveles, se deberá ajustar en la bomba la cantidad de flujo que está en el calibrador hasta conseguir el flujo aceptable.</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px; margin-top: 10px;">   </div>								


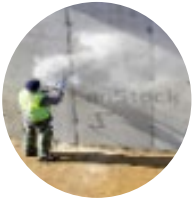



3.02	CALIBRACIÓN PARA POLVO INHALABLE	<p>1.- Seleccionar el filtro "BLANCO" para realizar la calibración.</p> <p>2.- Ubicar la manguera en la parte superior del lado derecho de la bomba ajustando correctamente hasta que quede bien sellado.</p> <p>3.- Al otro extremo de la manguera se colocará el filtro "BLANCO" con la parte rugosa hacia arriba y en la parte lisa se colocará la manguera directamente al calibrador (TSI).</p> <p>4.- Seleccionar en la bomba el nivel de flujo que se realizará la medición, para este caso será en el rango de 1 a 2 l/min.</p> <p>5.- Prender el calibrador y seleccionar "calibrar" en la bomba, apretar la tecla CHECK para comenzar con la calibración.</p> <p>6.- Observar el al pantalla del calibrador que el flujo sea igual al de la bomba o con una diferencia de hasta 5% del flujo total.</p> <p>7.- Si se observa en la pantalla que supera estos niveles, se deberá ajustar en la bomba la cantidad de flujo que está en el calibrador hasta conseguir el flujo aceptable.</p>	
3.03	CALIBRACIÓN POST MUESTREO	<p>1.- Después de realizado el muestreo, se deberá utilizar el filtro "blanco" siguiendo los mismos pasos de la calibración en ambos casos (respirable / inhalable); con la única diferencia que no se ajustará el flujo que salga, solo queda esperar hasta que se establezca un número de flujo en la pantalla del calibrador. El cual no debe exceder el 5% del flujo inicial.</p>	
4.00	DESARROLLO DE LA MEDICIÓN		
4.01	REALIZAR LA MEDICIÓN	<p>1.- Presionar la tecla de retorno y elegir "MEDICIÓN" para comenzar con la muestra.</p> <p>2.- Colocar el filtro seleccionado con el número de código identificado en el filtro, a la altura de la zona respiratoria de la persona enganchándolo bien a la ropa, preferible asegurar con cinta masking tape para que no se mueva del lugar y no ocasione molestias al trabajador evaluado.</p> <p>3.- Ubicar la bomba en un lugar seguro dónde no cause molestia a la persona (de preferencia en la parte posterior del chaleco o pantalón)</p> <p>4.- Monitorear a la persona revisando el filtro constantemente de acuerdo al trabajo que realiza para cambiar el filtro tantas veces sea necesario, según metodología.</p> <p>5.- Pasado el tiempo de la medición (8hr y/o 70% de la jornada laboral) retirar con mucho cuidado el filtro, seleccionar en la pantalla ALTO y voltear el filtro por la parte lisa para colocar la tapa de color rojo y así identificarlo para su traslado.</p> <p>6.- Finalmente realizar la post calibración y llenar la hoja de custodia para su envío a laboratorio.</p>	
5.00	RESPONSABLES		
5.01	RESPONSABLES	<p>1.- Los responsables para realizar la medición son el Higienista Industrial y el Asistente de Higiene Industrial.</p>	
	Equipo de Evaluación	Nombres	Firma
	Elaborado por:	Daniela Mondoñedo Decena / Higienista Industrial	
	Revisado por:		
	Aprobado por:		



		INSTRUCTIVO PARA MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS - LECTURA DIRECTA	
Documento N°:		Fecha:	03-jul-20
		Rev.:	00
1.00	OBJETIVO Y ALCANCE		
1.01	OBJETIVO	Establecer los pasos a seguir en el uso del medidor de condiciones ambientales.	
1.02	ALCANCE	Aplica al personal del que utiliza los equipos.	
2.00	DESARROLLO DEL ENCENDIDO DEL EQUIPO MEDIDOR AMBIENTAL		
2.01	ENCENDIDO DEL EQUIPO MEDIDOR AMBIENTAL	Este equipo tiene la capacidad de medir polvo, CO2, COV's, temperatura, humedad relativa y punto de rocío. Para encender el equipo presionar la tecla On/Off. 	
3.00	DESARROLLO DE LA CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR AMBIENTAL		
3.01	CALIBRACION CERO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el filtro cero ("ZERO FILTER") al orificio 2.5 y girar la torreta hasta MP. 2. En la pantalla inicio seleccionar la opción Calibración, luego con las flechas arriba y abajo ir a MP y presionar en la opción Calibración ("CALIB."), la bomba empezará a funcionar. 3. Presionar la opción Inicio y esperar a que el nivel se estabilice (aprox. 1 - 3 minutos), en la pantalla aparecerá "Esperando". 4. Una vez estabilizado aparecerá "Cero" y presionaremos Establecer ("ESTAB."), anotamos el valor real y por último presionamos Guardar ("GUARD.") y Salir. 	
4.00	DESARROLLO DE TOMA DE MUESTRA		
4.01	DE LA TOMA DE MUESTRA DE MATERIAL PARTICULADO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si la fracción de polvo que se quiere medir es de la fracción inhalable o respirable, mover la torreta hasta que el indicador coincida con 10 o 4 respectivamente. 2. Colocar el equipo en un lugar específico para monitorear el área. 3. Para que inicie la medición y registro presione la tecla Run/Stop.  4. El equipo permite tomar la muestra de forma directa y continua, moviendo las flechas derecha e izquierda visualizaremos la pantalla que muestra la lectura que nos permite conocer el nivel de polvo en tiempo real. 5. Para finalizar la toma de muestra presionaremos la tecla Run/Stop.  6. Se puede descargar la data almacenada en el software. 	
4.02	DE LA TOMA DE MUESTRA DE COV'S	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar el equipo en un lugar específico para monitorear el área.  2. Para que inicie la medición y registro presione la tecla Run/Stop.  3. El equipo permite tomar la muestra de forma directa y continua, moviendo las flechas derecha e izquierda visualizaremos la pantalla que muestra la lectura que nos permite conocer la lectura del PID en tiempo real. 4. Para finalizar la toma de muestra presionaremos la tecla Run/Stop.  5. Se puede descargar la data almacenada en el software. 	
5.00	MEDIDAS DE SEGURIDAD A CONSIDERAR		
5.01	DE LA GESTION SST	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer uso de protección respiratoria con filtros multigases cuando se realice la calibración con las botellas de calibración. 2. Llenar adecuadamente el formato ATS antes de realizar el monitoreo. 3. Reportar cualquier desviación que pueda vulnerar su seguridad y salud y la de los trabajadores. 	
5.02	DEL MANEJO Y CUIDADO DEL EQUIPO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El equipo no es intrínsecamente seguro (IS), es decir que no se debe usar en ambientes con atmósfera explosiva. 2. El equipo debe ser usado en ambientes interiores. 3. Evitar medir en ambientes con presencia de partículas húmedas y en nieblas. 	
6.00	RESPONSABLES		
6.01	RESPONSABLES	Los responsables para la toma de muestra con el medidor de condiciones ambientales, son el Higienista Industrial, el Asistente de Higiene Industrial, y Supervisores/ Prevencionistas de SST que hayan sido entrenados en su uso por el personal del área de Higiene Industrial.	
	Equipo de Evaluación	Nombre	Firma
	Elaborado por:	Daniela Mondoñedo Decena / Higienista Industrial	
	Revisado por:		
	Aprobado por:		

Anexo 2: Lineamientos de salud en el trabajo

N°	AGENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	LINEAMIENTOS DE SALUD EN EL TRABAJO
1	Ruido		<ul style="list-style-type: none"> Durante el uso de herramientas de poder (rotomartillo, cortadora, entre otros), es obligatorio el uso de doble protección auditiva. Es necesario asegurar el correcto sellado de ambos protectores auditivos, y verificar su compatibilidad con los demás EPPs.
2	Ruido		<ul style="list-style-type: none"> Durante el uso de herramientas de poder (rotomartillo, amoladoras, entre otros), es obligatorio la rotación de personal, la exposición no debe superar 1, 2 o 4 horas diarias, según su nivel de riesgo específico. Esta rotación se debe registrar, a fin de evidenciar que no se superan los límites de tiempo de uso recomendados.
3	Vibración Cuerpo Entero		<ul style="list-style-type: none"> Los asientos de los equipos móviles se deben mantener en buen estado. El programa de mantenimiento de los equipos, debe incluir la revisión de su sistema de suspensión y la verificación del estado de los asientos.
4	Vibración Mano - Brazo		<ul style="list-style-type: none"> Durante el uso de herramientas de poder que generen vibración (rotomartillo, vibropisón, demoledor, entre otros), es obligatorio el uso de guantes antivibración (EN/ISO10819:2013).
5	Vibración Mano - Brazo		<ul style="list-style-type: none"> Durante el uso de herramientas de poder que generen vibración (rotomartillo, vibropisón, demoledor, entre otros), es obligatorio la rotación de personal, la exposición no debe superar 1, 2 o 4 horas diarias, según su nivel de riesgo específico o lo establecido en el listado de tiempos máximo de uso de herramientas de poder. Esta rotación se debe registrar, a fin de evidenciar que no se superan los límites de tiempo de uso recomendados.
6	Estrés Térmico		<ul style="list-style-type: none"> Todos los trabajos, deben contar con puntos de hidratación protegidos (con puerta), correctamente cerrados y en buen estado. Se debe evidenciar la hidratación constante del personal, mediante el uso de vasos desechables, retráctiles, toma todos, entre otros. Los vasos no deben ser compartidos.

N°	AGENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	LINEAMIENTOS DE SALUD EN EL TRABAJO
7	Estrés Térmico		<ul style="list-style-type: none"> • En los trabajos con exposición directa al sol: Es indispensable implementar puntos de sombra para descanso y puntos de hidratación bajo sombra, conforme a la cantidad de trabajadores. • Se debe asegurar la aplicación adecuada y constante del protector solar, mediante la entrega individual y/o puntos con dispensadores de protector solar.
8	Estrés Térmico		<ul style="list-style-type: none"> • En trabajos con exposición directa al sol, o con una alta demanda física (gasto metabólico intenso), es necesario la rotación de actividades.
9	Iluminación		<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario cumplir como mínimo con: <ul style="list-style-type: none"> - 50 luxes: En las zonas de tránsito de todas las áreas del proyecto (Ejemplos: escaleras, pasadizos). - 200 luxes: En trabajos específicos en campo, en caso se identifiquen actividades con un requerimiento visual mayor, el nivel requerido aumentará. - 300 luxes: En todos los trabajos con requerimiento visual de lectura o escritura (Ejemplos: oficinas, lectura de planos).
10	Iluminación		<ul style="list-style-type: none"> • En trabajos específicos, es obligatorio instalar reflectores portátiles (iluminación localizada) en la zona de trabajo, adicional a la iluminación general.
11	Iluminación		<ul style="list-style-type: none"> • Para los trabajos en altura (sobre andamios), se debe asegurar la correcta iluminación en todos los cuerpos del andamio donde se desarrolla el trabajo, mediante el uso de reflectores inalámbricos, y/o elevando los reflectores portátiles. Para los trabajos en cámara bufa, debajo de losa de andén, pozos de bombeo, y ambientes de difícil acceso, es necesario el uso de reflectores inalámbricos.
12	Iluminación		<ul style="list-style-type: none"> • Uso de linternas, como complemento para iluminar superficies de trabajo y/o zonas de tránsito.

N°	AGENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	LINEAMIENTOS DE SALUD EN EL TRABAJO
13	Polvo		<ul style="list-style-type: none"> En los trabajos de amolado, pulido, desbaste, corte, o cualquier actividad que genere polución, es obligatorio el uso de herramientas con un sistema de mitigación de polvo en la fuente (herramientas con guardas conectadas a mangueras de aspiradoras). Además, es necesario la rotación de personal, no debiendo exceder las 4 horas diarias o según evaluación de nivel de riesgo específico.
14	Polvo		<ul style="list-style-type: none"> En actividades donde se genere polución, tales como picado, perforación, barrido, movimiento de tierra, entre otras, es necesario priorizar la mitigación de polvo en la fuente (humedecer, regar, aislar, entre otros), y complementar los controles con el uso de la protección respiratoria específica.
15	Polvo		<ul style="list-style-type: none"> En todos los trabajos de corte de bloquetas o baldosas, es obligatorio el uso de cortadoras de mesa con inyección de agua en la fuente.
16	Polvo		<ul style="list-style-type: none"> Es obligatorio el uso de respirador de media cara con filtros y/o cartuchos específicos para cada agente químico, tanto para trabajadores y supervisión, en caso: <ul style="list-style-type: none"> Las concentraciones de agentes químicos superan los límites máximos permisibles o los niveles de acción. No se conozcan las concentraciones de agentes químicos.
17	Gases		<ul style="list-style-type: none"> En el frente de pozos y túneles, las actividades como soldadura aluminotérmica, en espacios confinados, en lugares donde se sospecha presencia de gases y similares, es necesario el monitoreo constante por parte de las empresas subcontratistas ejecutoras de las actividades.
18	Agentes Químicos		<ul style="list-style-type: none"> En los trabajos de arenado y/o granallado, los controles implementados deben asegurar la protección de los trabajadores involucrados, como: encapsulado de zona de trabajo, horarios de trabajo (que no afecten a personal aledaño), rotación, uso de EPPs específicos. La protección respiratoria debe ser de flujo continuo, que ofrezca como mínimo una protección en atmósferas de hasta 1000TLV (OSHA), y debe ser un respirador tipo CE (NIOSH). Adicional, el aire que abastezca al respirador, debe ser un aire

N°	AGENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO	LINEAMIENTOS DE SALUD EN EL TRABAJO
			respirable (Tipo 1 - Grado D de aire respirable, según la ANSI/Asociación de Gas Comprimido (CGA) G-7.1-2018). <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreos específicos, según los agentes químicos identificados como material particulado y sílice.
19	Ergonomía		<ul style="list-style-type: none"> • En todo trabajo administrativo, se debe asegurar el correcto apoyo de los pies sobre el suelo, en caso se requiera se brindará un reposapiés para asegurar dicha condición.
20	Biológicos (COVID-19)		<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario asegurar una adecuada ventilación en todos los ambientes del proyecto (oficinas, vestidores, comedores), manteniendo puertas y ventanas abiertas.

Nota. Elaboración Propia

Anexo 3: Certificados de calibración de equipos de monitoreo utilizados



**INSTITUTO PERUANO DE
Metrología e
Innovación**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
CC-IN-0587-20

1.- SOLICITANTE : CI
Applicant

Dirección : AI
Address

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Monitor Ambiental
Measuring Instrument
 Marca : 3M *Brand*
 Modelo : EVM7 *Model*
 Serie: EMT030001 *Serial*
 Alcance : 0,0°C - 60,0°C; 0 %HR
 a 100 %HR ; 0 l/min -5 *Scope*
 l/min/ CO2; VOC
 Procedencia: USA *Made in*

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN
Date and place of calibration
 Calibrado el día 2020-07-20 en el laboratorio del Instituto Peruano de Metrología e Innovación.
Calibration day 2020-07-20 in the laboratory of Instituto Peruano de Metrología e Innovación.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
 La calibración se efectuó según el TH-007 "Procedimiento para Calibración de medidores de condiciones ambientales" del Centro Español de Metrología.
The calibration was carried out with reference to the TH-007 "Procedure for Calibration of meters of environmental conditions" of the Spanish Center of Metrology.

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability

Se utilizó un termómetro higrometro digital con Certificado de Calibración N° B08-2020861, Calibrador de flujo con Certificado de Calibración N° LFG-042-2020, material de referencia con N° de Lote 249051 (45) y 164529 (77).

A digital hygrometer thermometer with Calibration Certificate No. B08-2020861, Flow Calibrator with Calibration Certificate No. LFG-042-2020, reference material with Lot No. 249051 (45) and 164529 (77) was used.

6.- RESULTADOS
Results
 Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
The results are shown on page 02 of this document
 La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor k = 2 for a confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN
Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente <i>Environment temperature</i>	Humedad Relativa <i>Relative humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Atmospheric pressure</i>
INICIAL <i>Initial</i>	19,5 °C	72 %	1010 mbar
FINAL <i>Final</i>	19,8 °C	74 %	1010 mbar

8.- OBSERVACIONES
Observations
 Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
The results are the average of 10 measurements.
 Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
 La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Fecha de emisión: 2020-07-20
Issue date

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

INSTITUTO PERUANO DE METROLOGÍA E INNOVACIÓN no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

INSTITUTO PERUANO DE METROLOGÍA E INNOVACIÓN is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).


Jefe de Laboratorio de Metrología
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación


Gerardo Ochoa
 Instituto Peruano de Metrología e Innovación

Jr. German Amezaga N°242 Int. 202,
Zona B- San Juan de Miraflores, Lima- Perú
Celular: 949 850 783 / 933 990 149
Fijo: 01 758 4040

e-mail: inrova.gerencia@hotmail.com
gerencia@innovalaboratorio.org
comercial@innovalaboratorio.org
[web: www.metrologia.innova.edu](http://www.metrologia.innova.edu)

**9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS**

9.1- SENSOR DE TEMPERATURA

TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
14,9	15,1	-0,2	0,6
20,1	20,2	-0,1	0,6
35,2	35,2	0,0	0,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección
Conventionally Temperature True (CTT) = Display Thermometer + Correction

9.2- HUMEDAD RELATIVA

HUMEDAD CONVENCIONALMENTE	INDICACIÓN DEL HIGROMETRO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(% H.R.)	(% H.R.)	(% H.R.)	(% H.R.)
40,00	39,5	-0,50	1,5
60,00	59,3	-0,70	1,5
80,00	79,4	-0,60	1,5

Humedad Convencionalmente Verdadera (HCV) = Indicación del higrómetro + Corrección
Conventionally Temperature True (CHT) = Display Hygrometer + Correction

9.3- SENSOR DE FLUJO DE AIRE

FLUJO DE AIRE CONVENCIONALMENTE VERDADERA	INDICACIÓN DEL FLUJOMETRO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(l/min)	(l/min)	(l/min)	(l/min)
1,011	1,010	0,001	0,012
1,663	1,670	-0,007	0,013
2,500	2,520	-0,020	0,018

Flujo de Aire Convencionalmente Verdadera (FACV) = Indicación del Flujo metro + Corrección
Conventionally True Air Flow (FACT) = Flowmeter Indication + Correction

9.4- SENSORES DE GAS

N°	Tipo de Gas Gas Type	Medida encontrada (ppm) Found Measure (ppm)	Corrección (ppm) Correction (ppm)	Incertidumbre (ppm) Uncertainty (ppm)
1	CO2	0,0	0,0	0,16
2		1500,0	-10,1	3,21
3	VOC (C4H8)	0,0	0,0	0,16
4		100,0	0,3	0,16

FIN DEL DOCUMENTO
FIN DEL DOCUMENTO

1.- SOLICITANTE : C [REDACTED]
Applicant
Dirección : A [REDACTED]
Address : L [REDACTED]

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BOMBA DE MUESTREO PERSONAL
Measuring Instrument PERSONAL SAMPLING PUMP
Marca : GILIAN Serie : 20181020243
Brand Serial
Modelo : GILAIR PLUS Procedencia : USA
Model Make in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 2020-02-17 en el Laboratorio de
Metrología del INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E
INNOVACION
Date and place of calibration Calibrated on 2020-02-17 at the Laboratory of Metrology
INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACION

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
Método de comparación directa según Ref. ME-009 "Procedimiento de Calibración para
Caudalímetros de Aire" del Centro Español de Metrología
Direct comparison method according Ref. ME-009 "Calibration Procedure for Air
Flowmeters" Spanish Centre of Metrology

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability
Se utilizó un Medidor de caudal con Certificado de Calibración Nº 113004
Was used a Air Flowmeters with Calibration Certificate No. 113004

6.- RESULTADOS
Results
Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
The results are shown on page 02 of this document
La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$
para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k = 2$ for a
confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN
Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL initial	20,6 °C	67 %	1001 mbar
FINAL Final	20,4 °C	69 %	1001 mbar

8.- OBSERVACIONES
Observations
Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
The results are the average of 10 measurements.
Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del
instrumento de medición.
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring
instrument.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

El INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACION no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACION is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).




Ricardo Otazu Sayas
Jefe de Laboratorio Metrológico
INSTITUTO PERUANO DE
METROLOGIA E INNOVACION

Jr. German Amezaga N°242 Int. 202,
Zona B – San Juan de Miraflores, Lima – Perú
Celular: 949 850 783 / 933 990 149
Fijo: 01 758 4040

e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
gerencia@innovalaboratorio.org
comercial@innovalaboratorio.org
web: www.metrologia-innova.org



9.- RESULTADOS

Results

9.1 resultados de la calibración

9.1 resultados de la calibración

Valor nominal	Valor encontrado	Desviación	Incertidumbre
Nominal volume	Volume found	deviation	uncertainty
(L/min)	(L/min)	(L/min)	(L/min)
1,0000	1,0876	-0,0876	0,010
1,7000	1,7350	-0,0350	0,013
2,5000	2,4975	0,0025	0,018
4,0000	4,1136	-0,1136	0,018
5,0000	5,1543	-0,1543	0,035



(FIN DEL DOCUMENTO)
(Document end)

1.- SOLICITANTE : O
Applicant : A
Dirección : A
Address : LI

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAUDALIMETRO (CALIBRADOR DE FLUJO)
Measuring Instrument : FLOW METER (FLOW CALIBRATOR)
Marca : TSI Serie : 41461535011
Brand : Serial
Modelo : 4146 D Procedencia : USA
Model : Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN : Calibrado el día 2020-02-17 en el Laboratorio de Metrología del INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACION
Date and place of calibration : Calibrated on 2020-02-17 at the Laboratory of Metrology INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACION

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN : Método de comparación directa según Ref. ME-009 "Procedimiento de Calibración para Caudalímetros de Aire" del Centro Español de Metrología
Calibration method : Direct comparison method according Ref. ME-009 "Calibration Procedure for Air Flowmeters" Spanish Centre of Metrology

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD : Se utilizó un Medidor de caudal con Certificado de Calibración N° 113004
Instruments / Measuring equipment and traceability : Was used a Air Flowmeters with Calibration Certificate No. 113004

6.- RESULTADOS : Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
Results : The results are shown on page 02 of this document
La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k = 2$ for a confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN :
Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL Initial	20,5 °C	78 %	1001 mbar
FINAL Final	20,6 °C	77 %	1001 mbar

8.- OBSERVACIONES : Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
Observations : The results are the average of 10 measurements.
Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

El INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACION no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

INSTITUTO PERUANO DE METROLOGIA E INNOVACION is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).




Ricardo Otazu Sayas
Jefe de Laboratorio Metrológico
INSTITUTO PERUANO DE
METROLOGIA EN INNOVACION

Jr. German Amezaga N°242 Int. 202,
Zona B - San Juan de Miraflores, Lima - Perú
Celular: 949 850 783 / 933 990 149
Fijo: 01 758 4040

e-mail: innova_gerencia@hotmail.com
gerencia@innovalaboratorio.org
comercial@innovalaboratorio.org
web: www.metrologia-innovacion.org

9.- RESULTADOS

Results

9.1 resultados de la calibración


9.1 resultados de la calibración

Valor nominal	Valor encontrado	Desviación	Incertidumbre
Nominal volume	Volume found	deviation	uncertainty
(L/min)	(L/min)	(L/min)	(L/min)
1,0550	1,0179	0,0771	0,008
1,7348	1,7308	0,0040	0,012
2,4970	2,5061	-0,0091	0,032
4,1526	4,1008	0,0518	0,032
5,1247	5,0697	0,0550	0,034



(FIN DEL DOCUMENTO)
(Document end)

Anexo 4: Registros de monitoreos

Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, psicosociales y factores de riesgos disergonómicos						
					Revisión: 00	
					N° Registro: AQ-03-2020	
DATOS DEL EMPLEADOR Y DEL MONITOREO						
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RIESGO A SER MONITOREADO	ÁREA MONITOREADA	FECHA DE MONITOREO	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	N° TRABAJADORES EXPUESTOS EN EL CENTRO LABORAL	
	AGENTES QUÍMICOS - LECTURA DIRECTA		20/08/2020	513	1	
DATOS DEL EQUIPO						
EQUIPO DE MEDICIÓN	Med. ind. part.	MARCA	N° SERIE	CALIBRACION SENSOR DE POLVO	CALIBRACION SENSOR PID	
EVM-7		3M-Quest.	EMT030003	✓	✓	
DATOS DEL MONITOREO						
N°	PUNTO DE MONITOREO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	FRACCIÓN INHALABLE (mg/m3)	FRACCIÓN RESPIRABLE (mg/m3)	PID (ppm)
1	Arreglo en piso. Con guarda	15:36	15:37	—	5,86	Con guarda, se eleva 45° del inicio
2	En piso (Arreglo) con guarda	15:55	15:56	—	0,366	—
3	Arreglo en piso con guarda	15:59	15:59	1,949	—	—
4	Arreglo con guarda en esalva	16:00	16:03	—	0,565	—
5	En piso, sin guarda	16:04	16:04	—	48,03	Sin guarda / sin aspirador
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
PUNTO DE MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	CONTROLES EXISTENTES	TIPO DE VENTILACIÓN	PUNTO DE DESCARGA DE AIRE		
En trabajos de Arreglo, Escobas de Amalgama - Gato Norte y otros Gatos.	Respirador V2 con 3M 7502, con filtros 3M 7093.	Amoladora Harkit, GA 4540C con aspiradora Harkit VC3210L	Localizada	En punto de trabajo.		
RESPONSABLES DEL REGISTRO						
			NOMBRE: Daniela Hernández D			
			FIRMA: 			
SUPERVISOR/ TRABAJADOR DEL ÁREA EVALUADA			RESPONSABLE DE MONITOREO			

Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, psicosociales y factores de riesgos disergonómicos						REV: 02	N° Registro: PE-18-2020
DATOS DEL EMPLEADOR Y DEL MONITOREO							
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RIESGO A SER MONITOREADO	ÁREA MONITOREADA	FECHA DE MONITOREO	N° DE TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	N° TRABAJADORES EXPUESTOS EN EL CENTRO LABORAL		
	PSLV0 RESPIRABLE		08/10/2020	12	8		
DATOS DEL EQUIPO							
EQUIPO DE MEDICIÓN		CALIBRADOR DE FLUJO		TIPO DE CICLÓN (Si Aplica)	FLUJO PRE-MUESTREO (L/min)	FLUJO POST-MUESTREO (L/min)	
MARCA	MODELO/ N° DE SERIE	MARCA	MODELO/ N° DE SERIE				
GILIAN	GL AIE PLUS 20185020243	TSI	4146/41461535011	NYLON	3,699	1,697	
DATOS DEL MONITOREO							
NOMBRE:	EDAD: 33	DNI:	TIPO DE RESPIRADOR	MEDIA CARA (X)	CARA COMPLETA ()		
PUESTO: Operario	JORNADA DE TRABAJO: 07:30-17:00 hrs	0 hrs	RESPIRADOR (MARCA/MODELO): 3M 17502	USO: SI (X) NO ()	Otro tipo de cambio: 4-5 días		
TIEMPO EN PROYECTO: 1 mes	EXPERIENCIA: 1 año		ESTADO LIMPIEZA: OK	PRUEBAS DE AJUSTE (1):	-		
ACTIVIDADES: Pulido de escaleras	VENTILACIÓN: Natural		FILTRO (MARCA/MODELO): 3M 17093	CARTUCHO (MARCA/MODELO):	-		
CÓDIGO DE FILTRO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TAREAS REALIZADAS	FUENTE DE AGENTE	CONTROLES EXISTENTES		
Pvc200753	09:45	15:30	Blanco		INGENIERÍA (X) - ADMINISTRATIVOS () - EPP ()		
Pvc200759	09:45	12:55	Pulido de Escalera (20-30 min)	Polvo por pulido	Pulido piso: 35-20' Contorno piso: 25'		
Pvc200763	12:55	15:30	Pulido de Escalera (2,5 hrs)	Polvo por pulido	AR Ota: 10 grados - 1 escalera: 5 días con 4 personas Ampliator: DWIACT - DWI46152 Aparadora: Nilfisk ADO 26		
RESPONSABLES DEL REGISTRO							
NOMBRE:			NOMBRE: Daniel Mondaco D.				
FIRMA:			FIRMA:				
SUPERVISOR/ TRABAJADOR DEL ÁREA EVALUADA			RESPONSABLE DE MONITOREO				

Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, psicosociales y factores de riesgos disergonómicos

Revisión: 00

N° Registro: AQ-06-2020

DATOS DEL EMPLEADOR Y DEL MONITOREO

RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RIESGO A SER MONITOREADO	ÁREA MONITOREADA	FECHA DE MONITOREO	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	N° TRABAJADORES EXPUESTOS EN EL CENTRO LABORAL
	AGENTES QUÍMICOS - LECTURA DIRECTA		08/01/2020	12	8

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO DE MEDICIÓN	Medidor Instantáneo de Partículas EVM-7	MARCA	TSI - Quest.	N° SERIE	EMT030003	CALIBRACION SENSOR DE POLVO	✓
						CALIBRACION SENSOR PID	✓

DATOS DEL MONITOREO

N°	PUNTO DE MONITOREO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	FRACCIÓN INHALABLE (mg/m3)	FRACCIÓN RESPIRABLE (mg/m3)	PID (ppm)
(P. Inh.) 1	Escalera de vestíbulo a andén (Contrapeso)	10:13	10:29	-	1,309 Máx: 3,534 Mín: 0,533 Méd: 2,307	-
(P. Resp.) 2	Escalera LV a LA (Contrapeso/piso)	10:31	10:37	-	0,839 Máx: 3,640 Mín: 0,546	-
(P. Resp.) 3	Escalera de LV a LA (Contrapeso/piso)	10:38	10:51	-	1,106 Máx: 4,323 Mín: 0,494	-
4	Esc. LV a LA (Andén At.) 4 espacios puliendo	14:18	14:35	-	1,446 Máx: 3,467 Mín: 0,314 Méd: 1,446	-
5	Esc. LV a LA (Andén At.) 4op. (Cantado P+trabajo)	14:40	14:55	-	3,002 Máx: 5,416 Mín: 0,408	-
6	Esc. LV a LA (Andén At.) 3op. (Costado)	14:58	15:11	-	1,296 Máx: 6,206 Mín: 0,354	-
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

PUNTO DE MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	CONTROLES EXISTENTES	TIPO DE VENTILACIÓN	PUNTO DE DESCARGA DE AIRE
Escalera de Losa Vestibulo a Losa de Andén Andén - At.	Ruido de escaleras - Piso - Contrapeso	Amoladora DEWALT DW46152 con aspirador DEWALT DWV00 Aspiradora Nilfox Aso 26.	Aspirador conectado a guando de amoladora.	Punto de trabajo. (Cantado o Fuente) amoladora

RESPONSABLES DEL REGISTRO

NOMBRE:	Daniel Hernández D.
FIRMA:	
SUPERVISOR/ TRABAJADOR DEL ÁREA EVALUADA	RESPONSABLE DE MONITOREO

Punto 1: Personal en punto medio, el trabajador alejado se ubica arriba.

4: Cantado de pulido final.

INFORME ENVIADO A LAS ÁREAS INVOLUCRADAS

1. Datos de Monitoreo

Frente:	
Fecha:	20/08/2020
Agentes Evaluados:	Polvo Respirable/ Inhalable – Lectura Directa

2. Evaluación de la Exposición a Ruido

Cuadro 01: Resultados de medición de Polvo Respirable e Inhalable

Proceso	Descripción del Lugar	Controles de Ingeniería	Agente	Concentración Medida (mg/m ³)	Límite para 8 horas (mg/m ³)
Pulido de <u>piso</u>	Escalera de emergencia Lado Norte-Sentido Callao	<u>Con Aspiradora</u> Amoladora Makita GA4540C con guarda y aspiradora Makita VC3210L.	Polvo Respirable	0.37	3.0
		<u>Sin aspiradora</u> Amoladora normal.		48.03	
Pulido de <u>escalera</u>	Escalera de emergencia Lado Norte-Sentido Callao	<u>Con Aspiradora</u> El sellado de la guarda es parcial.	Polvo Respirable	0.57	3.0
Pulido de <u>piso</u>	Escalera de emergencia Lado Norte-Sentido Callao	<u>Con Aspiradora – Mal uso</u> El sellado de la guarda no es total por un mal agarre.	Polvo Respirable	5.86	3.0
Pulido de <u>piso</u>	Escalera de emergencia Lado Norte-Sentido Callao	<u>Con Aspiradora</u> Amoladora Makita GA4540C con guarda y aspiradora Makita VC3210L.	Polvo Inhalable	1.95	10.0

Fuente:

- **Conclusiones:**
- Considerando el uso de la amoladora con la guarda y la aspiradora Makita VC3210L, se evidenció una reducción en la generación de polvo respirable de hasta aproximadamente 130 veces (de 48.03 a 0.37 mg/m³). Por lo que se comprueba la eficacia de este equipo en la reducción de polvo.
- Se recalca también que un mal uso del mismo, puede elevar considerablemente las concentraciones de polvo generadas, a pesar que la aspiradora se encuentre conectada.
- Para los trabajos de pulido con una amoladora sin aspiradora, el respirador de media cara no es suficiente, ya que éste brinda una protección en ambientes de hasta 10 veces el límite (3 mg/m³), y las concentraciones registradas superan 16 veces el límite (48 mg/m³). Por lo que el personal no puede realizar esta actividad durante toda la jornada, debe rotar.


- Cabe resaltar que estas mediciones son referenciales, ya que no se realizan durante la totalidad de la jornada, y pueden diferir parcialmente de las mediciones ocupacionales (equipos adosados en zona respiratoria del trabajador).

Cuadro 02: Registro Fotográfico

MEDICIÓN DE POLVO	
Monitoreo	Amoladora con guarda y aspiradora

Anexo 5: Resultados de laboratorio/ Cálculos de concentración

INFORME DE ENSAYO MA2018758 Rev. 0



ENV / ES-341585-002

Fecha de Recepción SGS : 20-10-2020

Fecha de Ejecución : Del 20-10-2020 al 23-10-2020

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo



**INFORME DE ENSAYO
MA2018758 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA							
FECHA INICIO DE MUESTREO					08/10/2020	08/10/2020	08/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					09:45:00	12:55:00	09:45:00
FECHA FIN DE MUESTREO					08/10/2020	08/10/2020	08/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					12:55:00	15:30:00	15:30:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Partículas Respirables	EAHS_NIOSH0600	mg/muestra	0.03	0.10	0.39	1.45	<0.10

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA							
FECHA INICIO DE MUESTREO					09/10/2020	09/10/2020	09/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					09:15:00	12:05:00	09:15:00
FECHA FIN DE MUESTREO					09/10/2020	09/10/2020	09/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					12:05:00	16:55:00	16:55:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Partículas Respirables	EAHS_NIOSH0600	mg/muestra	0.03	0.10	7.95	36.98	<0.10

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA							
FECHA INICIO DE MUESTREO					15/10/2020	15/10/2020	15/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					09:40:00	13:45:00	09:40:00
FECHA FIN DE MUESTREO					15/10/2020	15/10/2020	15/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					13:45:00	15:20:00	15:20:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Partículas Respirables	EAHS_NIOSH0600	mg/muestra	0.03	0.10	<0.10	<0.10	<0.10

**INFORME DE ENSAYO
MA2018758 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA							
FECHA INICIO DE MUESTREO					08/10/2020	08/10/2020	08/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					09:50:00	12:55:00	14:55:00
FECHA FIN DE MUESTREO					08/10/2020	08/10/2020	08/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					12:55:00	14:55:00	15:30:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Partículas Totales	EAHS_NIOSH0500	mg/muestra	0.03	0.10	0.53	3.10	1.30

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA							
FECHA INICIO DE MUESTREO					08/10/2020	15/10/2020	15/10/2020
HORA INICIO DE MUESTREO					09:50:00	09:40:00	13:50:00
FECHA FIN DE MUESTREO					08/10/2020	15/10/2020	15/10/2020
HORA FIN DE MUESTREO					15:30:00	13:50:00	15:25:00
MATRIZ					AIRE	AIRE	AIRE
PRODUCTO DESCRITO COMO					AIRE	AIRE	AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Partículas Totales	EAHS_NIOSH0500	mg/muestra	0.03	0.10	<0.10	2.02	4.10

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

**INFORME DE ENSAYO
MA2018758 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MRD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados o réplicas de la muestra adicionada.
DupRep %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados o réplicas del proceso de laboratorio.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUPIREP %RPD	LCS %Recovery
Partículas Respirables	mg/muestra	0.10	<0.10	1%	100%
Partículas Totales	mg/muestra	0.10	<0.10	0%	100%

**INFORME DE ENSAYO
MA2018758 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EAHS NIOSH0500	Callao	Partículas Respirables	NIOSH 0500:1998 Particles not Otherwise Regulated, Respirable.
EAHS NIOSH0500	Callao	Partículas Totales	NIOSH 0500:1994 Particles not Otherwise Regulated, Total.

**INFORME DE ENSAYO
MA2018758 Rev. 0**

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción	Plan de Muestreo
AIRE	INS-P-EHS.54	Monitoreo de la Calidad del Aire en ambientes de trabajo	341585-1 /2020

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx> Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 6 de 6

Anexo 6: Fichas técnicas de herramientas

Makita Makita México S.A de C.V.

Mini-esmeriladora angular GA4540C / GA4541C 115mm(4-1/2") 336 [m]



Super Joint System II desarrollado para una absorción efectiva de la vibración.

- Cuerpo de circunferencia pequeña y empuñadura lateral ergonómicamente diseñados para un fácil manejo.
- Construcción de laberinto protege todos los baleros del polvo y restos de material.
- Motor de alta calidad con excelente resistencia al calor.

Potencia	1.400W
Diámetro de disco	115mm(4-1/2")
Velocidad sin carga	2.800-11.000rpm
Dimensiones(L x A x A)	303x130x116mm(11-7/8"x5-1/8"x4-9/16")
Peso neto	2.5kg(5.4lbs)
Cable de conexión	2.5m (8,2ft)

● Disco de desbaste, llave, empuñadura lateral

SJS II SUPER JOINT SYSTEM

El equipo estándar (accesorios), las especificaciones y la fotografía pueden variar. Los accesorios pueden no estar incluidos desde origen con las herramientas aunque se indiquen en esta ficha técnica. www.makita.com.mx

Makita Makita México S.A de C.V.

Aspiradora (Humedo-Seco) VC3210L



Cumpliendo con polvo clase L.

- Mas adecuada para trabajar con herramientas eléctricas.
- Toma corriente frontal, ideal para trabajar con las herramientas eléctricas.
- La máquina se enciende o se apaga automáticamente cuando la herramienta eléctrica conectada este encendida o apagada.
- La base curva proporciona gran capacidad de almacenamiento a bordo.
- Recolección de polvo húmedo o seco sin necesidad de cambiar de filtro.

Potencia	1,050W
Pico máx. de flujo de aire	2,0m³ /min
Succión máx.	22,0kPa
(Columna de agua)	2,240mmH2O
Capacidad del tanque	Polvo: 32L
	Agua: 27L
Dimensiones (LxAxA)	552x396x685mm (21-3/4"x15-5/8"x27")
Peso neto	14.5kg (32,0lbs)

● Manguera completa 28-3.5 (Con abrazadera frontal 38), boquilla 10-33, abrazadera frontal 22, abrazadera frontal 24.

GYPPA!

El equipo estándar (accesorios), las especificaciones y la fotografía pueden variar. Los accesorios pueden no estar incluidos desde origen con las herramientas aunque se indiquen en esta ficha técnica. www.makita.com.mx



MUNDO CONSTRUCTOR
Mucho más que herramientas...





DATOS TÉCNICO

Permite la recolección de partículas de polvo perjudiciales durante las aplicaciones pulido.

- ✓ Compatible con los discos de 115mm y 125mm
- ✓ Frontal deslizante para facilitar el acabado de un borde y mejor acceso en esquinas.
- ✓ Se ajusta directamente en el sistema AirLock de DEWALT
- ✓ Ayuda en la eliminación del polvo y la contención, un Realice & Protect polvo Característica™.
- ✓ Conector universal bloquea en la herramienta con un toque y haga clic en la eliminación de la necesidad de cinta adhesiva para sujetar la manguera en la cubierta.
- ✓ Diámetro de 5"

Guarda Para Aspirar Polvo de 5"
Modelo : **DWE46152**





MUNDO CONSTRUCTOR
Mucho más que herramientas...





DATOS TÉCNICO

Potencia	1500 w
Velocidad	11000 rpm
Diámetro de disco	4-1/2" y 5"
Estilo del interruptor	Paleta
Peso	2.5 kg

- Protección contra sobrecargas, arranque progresivo
- Parada automática con atascamiento
- Empuñadura lateral anti-vibración
- Sistema de extracción de polvo para mayor vida de útil del motor
- Potente motor de 1500 W y 11,000RPM ofrece mayor velocidad bajo cargas de trabajo pesado.
- Circunferencia de agarre pequeña: 194 mm lo mejor en ergonomía de su clase.
- Sistema de extracción de polvo Mayor vida útil del motor.
- Empuñadura lateral anti-vibración: Ofrece al usuario comodidad y seguridad en el uso.
- Guarda de ajuste convertible: Ofrece al usuario la opción de convertir la guarda con uno o dos movimientos para ajuste..

Opciones	Código	Descripción
Opción A	DWE4314-B2	Perform protect
Opción B	DWE4314N-B2	Sin botón de traba

Esmeril Angular De 4-1/2" INDUSTRIAL
Modelo : **DWE4314**





MUNDO CONSTRUCTOR
Mucho más que herramientas...





DATOS TÉCNICO

CFM máximo	150 CFM
Limpieza automática del filtro	SI.
Diámetro de la manguera	2"
Longitud de la manguera	2,5 m
Tamaño del tanque	30 L (8 galones)
Peso	9,5 kg

- Pulsos de limpieza automática del filtro cada 30 segundos para un funcionamiento continuo sin detenerse para limpiar el filtro
- La activación de la herramienta eléctrica controla las operaciones de encendido / apagado de la aspiradora con una herramienta eléctrica
- Cumple con la regla de renovación, reparación y pintura (RRP) relacionada con el plomo de la EPA para aspiradoras Hepa solo cuando se utilizan filtros DWV9330
- El conector de manguera universal proporciona una conexión segura con capacidad giratoria
- Las ruedas y ruedecillas de servicio pesado brindan durabilidad en el lugar de trabajo

Extractor de Polvo de 30 L
Modelo : **DWV010-B2**



Aspirador compacto con limpieza de filtro y diseño ergonómico

AERO 26 es una máquina con alto enfoque en las aplicaciones y necesidades del usuario final. Caracterizado por el Push&Clean, sistema de limpieza del filtro y función de soplado de aire, se encuentra en todos los modelos junto con el almacenamiento de accesorios flexible y conveniente. La máquina de 25 litros tiene la potencia de succión eficiente y está disponible con sistema de enrollado de cable opcional.

Toma de corriente con Auto On/Off que se encuentra en los modelos con terminación 21, activa el aspirador cuando ponemos en marcha la máquina. Cuando se trabaja con perforación eléctrica, lijado o herramientas de corte, el AERO 26 ofrece una gran ayuda tanto en el aire como en el entorno limpio y reduce el nivel de ruido en general.

Aspirador compacto, ligero y robusto, el AERO puede transportarse fácilmente a cualquier lugar. Después de terminar su trabajo, el depósito puede vaciarse fácilmente. Posee un sistema de limpieza de filtro Push&Clean que previene la pérdida de rendimiento y aumenta la productividad durante las tareas de limpieza. Una solución de almacenamiento innovadora facilita colocar la manguera de succión, las boquillas y el cable de alimentación en varias posiciones. El tubo incorporado tiene 2 posiciones de almacenamiento que hace la operación fácil y flexible.






La imagen mostrada puede que no represente el modelo presupuestado

El AERO 26 está también disponible con certificado de clase L, con características de potencia y seguridad adicionales. Tiene un compartimento práctico y control de velocidad variable - la opción perfecta para profesionales que trabajan con herramientas eléctricas.

El AERO 26 es compacto y fácil de usar - la opción ideal para la limpieza de pequeños trabajos en talleres o en las instalaciones del cliente. Es una máquina con diseño ergonómico, ligera, robusta e ideal para los trabajadores de la industria de la automoción y la construcción, con limpieza del filtro semiautomática y almacenaje compacto.

- Filtro lavable PET de paño grueso y suave con eficiencia de filtración mínima 99.9 %
- Sistema Push&Clean que asegura un alto rendimiento continuado
- Sistema de accesorios MultiFit para una máxima flexibilidad
- Accesorios y cable de almacenamiento
- Función de soplado de aire
- Sistema y diseño ergonómico
- Modelo con enrollado de cable opcional
- Filtro clase L y control de velocidad variable

● Equipamiento de serie

Incluyendo accesorios		Num. Ref.	Min requerido	AERO 26-01 PC X	AERO 26-21 PC	AERO 26-2L PC
Filtros						
	FILTRO CARTUCHO LAVABLE	302000490	1	•	•	•
Sistema 36 mangueras de aspiradores						
	MANGUERA COMPLETA D32X1800	107405600	1	•		
	MANGUERA COMPLETA D32X3500	107406115	1		•	



Anexo 7: Fichas técnicas de EPP

Filtro 7093 (P100) Con Medio Rostro o Rostro Completo Ficha Técnica



■ Descripción

Los filtros 7093 pueden ser utilizados con los respiradores 7500, 7800, FX FF-400 y Serie 6000 de 3M, a su vez están aprobados para la protección contra polvos, humos metálicos y neblinas con o sin aceite.

El "flujo de aire canalizado" aumenta la vida útil del filtro y provee mayor seguridad. El aire debe viajar más, por lo que sólo las partículas muy pequeñas, alcanzan el filtro plegado. Chispas, líquidos y partículas grandes son desviadas.

Además, el filtro se satura en forma más lenta, debido al diseño cubierto que excluye a las partículas mayores, y al hecho de que este filtro posee un 50% más de superficie de filtración que el antiguo filtro 7093.

La resistencia a la respiración ha sido reducida en aproximadamente un 25%, de modo de aumentar el confort en la respiración.

En cuanto a la forma del filtro, la bayoneta está ubicada hacia el final de él, de modo que el cuerpo del filtro quede hacia atrás de la pieza facial.

Todo lo anterior se traduce en un nivel mayor de comodidad para el usuario, por un período de tiempo más largo.

La nueva cubierta está hecha de una combinación especial de copolímeros de policarbonato de alto performance y resinas ABS, lo cual le da un aumento a la resistencia a altas temperaturas.

■ Aplicaciones

Exposición a partículas de sustancias especificadas por OSHA. Algunas aplicaciones o exposiciones industriales más importantes pueden ser:

Humos metálicos de la Soldadura

Cadmio

Arsénico

Asbesto

Industria Minera en general

■ Aprobaciones

Certificado por el Instituto NIOSH de Estados Unidos (National Institute for Occupational Safety And Health) bajo la especificación P100 de la norma 42CFR84.

Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, hierro y sílice libre, producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: esmerilado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales), humos metálicos, principalmente de la soldadura y neblinas a base de líquidos con o sin aceites.

■ Instrucciones de Uso

No usar cuando las concentraciones sean mayores a 10 veces el límite de exposición (medio rostro) ó 50 veces (rostro completo). No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19,5 %.

No usar en atmósferas en las que el contaminante esté en concentraciones IDLH (inmediatamente peligroso para la vida y la salud).

No usar en atmósferas que contengan vapores y gases tóxicos.

■ Empaque

Pieza/Estuche	Estuche/Caja	Pieza/Caja
144	1	144

■ Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica. Ante esto, el cliente deberá presentar su inquietud a nuestro call center (600-300-3636), quienes le informaran como proceder según sea el caso (devolución, reembolso, reemplazo, etc.).

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal pérdida o daños ya sean directos o consecuentes que resulten del uso de este producto.

Antes de usarlo, el usuario deberá determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso



Respiradores Serie 7500

Media Cara 7501 (S), 7502 (M), 7503 (L)



Hoja Técnica

Características Principales

La pieza facial de la serie 7500 de Media Cara con filtros y cartuchos reemplazables, posee tres diferentes tamaños, lo que ayuda a lograr un buen ajuste en distintas configuraciones faciales. Su nuevo material de silicona thermoset brinda un excelente sello en el rostro, además de poseer una mayor resistencia a altas temperaturas y condiciones de trabajo extremas.

El nuevo diseño de la válvula de Keystone reduce la acumulación de calor, humedad y CO2 al interior del respirador, al expeler rápidamente el aire exhalado: la inhalación siguiente contendrá mayor cantidad de aire fresco. Además, el flujo de exhalación hacia abajo reduce la posibilidad de empañamiento de lentes o caretas faciales.

El amés de Keystone tiene un diseño ergonómicamente mejorado, el cual reduce la tensión sobre la nariz además de poder ser usado en la modalidad Drop Down.

Aplicaciones

- Operaciones de soldadura
- Industria del aluminio
- Industria del acero
- Industria del vidrio
- Industria Farmacéutica
- Agroquímicos
- Minería
- Alimenticia
- Petroquímica
- Química

Aprobaciones

Aprobado por National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos contra polvos, humos, neblinas, gases y vapores; según el filtro a utilizar y las certificaciones respectivas, para una concentración ambiental que no supere 100 veces el Valor Umbral Límite (TLV) o el límite del cartucho (ver certificaciones de filtros y cartuchos).

Materiales

- Pieza Facial: Silicona
- Color: Celeste
- Bandas elásticas: Polietileno
- Peso del respirador: 140 gr.

Limitaciones de uso

Aprobado para protección respiratoria contra polvos, humos, neblinas, vapores orgánicos, cloro, ácido clorhídrico, fluoruro de hidrógeno, dióxido de azufre, amoniaco, metilaminas, formaldehído, radionucleidos y otros (ver límites de los cartuchos).

- No usar en ambientes cuya concentración de contaminantes supere 10 veces el Valor Umbral Límite (TLV).
- No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19.5 %.
- No usar en atmósferas inmediatamente peligrosas para la vida y la salud (IDLH)

Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal, pérdida o daños, ya sean directos o consecuentes del mal uso de este producto.

Antes de ser usado, se debe determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

Empaque

Piezas / Estuche	Estuches / Caja	Piezas / Caja
1	10	10

Para mayor información:

3M Perú

División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental
 Av. Canaval y Moreyra 641 San Isidro, Lima 27
 Telf. 224-2728 Fax 224-3171
 Provincias: Zona Norte : (044) 937-5633
 Zona Sur : (054) 937-5623
 E-mail: 3mperu@mmm.com