



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN INHALATORIA A AGENTES
QUÍMICOS EN TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN MEDIANTE
EL MÉTODO CUALITATIVO SIMPLIFICADO DEL INRS**

**CAJAMARCA CORREA STEEVEN AVELINO
INGENIERO QUIMICO**

**CARPIO GALARZA CARLOS ANDRES
INGENIERO QUIMICO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN INHALATORIA A
AGENTES QUÍMICOS EN TRABAJADORES DE LA
CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL MÉTODO CUALITATIVO
SIMPLIFICADO DEL INRS**

**CAJAMARCA CORREA STEEVEN AVELINO
INGENIERO QUIMICO**

**CARPIO GALARZA CARLOS ANDRES
INGENIERO QUIMICO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN INHALATORIA A
AGENTES QUÍMICOS EN TRABAJADORES DE LA
CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL MÉTODO CUALITATIVO
SIMPLIFICADO DEL INRS**

**CAJAMARCA CORREA STEEVEN AVELINO
INGENIERO QUIMICO**

**CARPIO GALARZA CARLOS ANDRES
INGENIERO QUIMICO**

MADRID CELI BRAULIO ABSALON

**MACHALA
2024**

Tesis Steeven_Finalizada

8%
Textos sospechosos



7% Similitudes
0% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Steeven_Finalizada.docx
ID del documento: 3aabf14c4af957d3a806d096dd40a50f5238e1c4
Tamaño del documento original: 5,58 MB
Autores: []

Depositante: ABSALÓN MADRID CELI BRAULIO
Fecha de depósito: 19/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 19/2/2025

Número de palabras: 17.870
Número de caracteres: 118.316

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	documentacion.fundacionmapfre.org https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/media/group/1071463.do 54 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (862 palabras)
2	saludlaboralydiscapacidad.org https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/05/NTP-937-Agentes-químicos-... 47 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (767 palabras)
3	hdl.handle.net Estudio del riesgo higiénico por inhalación de productos químicos http://hdl.handle.net/11000/2157 44 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (697 palabras)
4	issga.xunta.gal https://issga.xunta.gal/sites/default/files/biblioteca/documentos/evaluacion_simplificada_de_la_e... 35 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (561 palabras)
5	1library.co Evaluación Cualitativa Y Simplificada Del Riesgo Por Inhalación (III) https://1library.co/article/evaluación-cualitativa-simplificada-riesgo-inhalación-iii.zkwo831z 32 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (511 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	hdl.handle.net Industria del mueble : aplicación de la metodología simplificada de ... http://hdl.handle.net/10234/69764	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
2	www.insst.es https://www.insst.es/documents/94886/214929/1.Intro_Met_Simplif.pdf/99737166-f84c-4e0e-b91...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
3	Documento de otro usuario #b894dc El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
4	La impermeabilización en construcciones nuevas y existentes /var/dspace/bitstream/15000/1310/6/CD-0562.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
5	Documento de otro usuario #bb6116 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- https://doi.org/10.1002/1348-9585.12204
- https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136990
- https://doi.org/10.46296/yc.v8i15.0499
- https://doi.org/10.14482/sun.38.2.616.2
- https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6563

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL


Los que suscriben, CAJAMARCA CORREA STEEVEN AVELINO y CARPIO GALARZA CARLOS ANDRES, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN INHALATORIA A AGENTES QUÍMICOS EN TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL MÉTODO CUALITATIVO SIMPLIFICADO DEL INRS, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CAJAMARCA CORREA STEEVEN AVELINO

0706813334



CARPIO GALARZA CARLOS ANDRES

0706811676

DEDICATORIA

Con profunda gratitud, dedico esta tesis a mis padres, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido el cimiento de mi formación. Su ejemplo de perseverancia y dedicación me ha inspirado a superar cada desafío y alcanzar esta meta. A mis profesores, agradezco su guía experta y sabiduría compartida, que han iluminado mi camino en el mundo del conocimiento. Su paciencia y dedicación han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal. Esta tesis es un testimonio de mi compromiso con la búsqueda del saber y mi gratitud hacia quienes han hecho posible este logro.

Steeven Avelino Cajamarca Correa

Mi trabajo de titulación se la dedico a toda mi familia en especial a mis padres, a mi Tía Letty que fueron las personas que me han acompañado durante todas mis etapas fueron el pilar fundamental en este camino universitario, este camino que he decidido tomar lo llamo mi camino universitario en el cual luche tanto por lo que tanto he creído, a mi abuelita Fulvia que siempre estuvo al tanto de todo, mi tío el ing. civil José Manuel que ha sido un gran ejemplo en mi vida, a mi abuelita Herminia y mi abuelito que no puede estar presente pero lo tengo guardado en mi corazón, a mis tíos que a pesar de la distancia siempre estuvieron presentes en todo, a mis amigos en especial a una amiga que ha sido una persona importante para mí en estos últimos meses de mi etapa universitaria y me ha ayudado a crecer bastante.

Carlos Andrés Carpio Galarza

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis profesores, agradezco su guía experta y sabiduría compartida, que han enriquecido mi formación académica y personal. Su paciencia y dedicación han sido fundamentales para alcanzar esta meta. También quiero agradecer a mis compañeros y amigos, por su apoyo y aliento constante durante este largo camino. Juntos hemos compartido desafíos y alegrías, creando recuerdos inolvidables. Finalmente, agradezco a la Universidad Técnica de Machala por brindarme la oportunidad de crecer y desarrollarme como profesional. Esta tesis es un testimonio de mi gratitud hacia todos aquellos que han hecho posible este logro.

Steeven Avelino Cajamarca Correa

Antes que todo agradezco a Dios por darme las fuerzas, la sabiduría para continuar en mi camino universitario y guiarme en esta etapa para mejorar en mi día a día.

Al mismo tiempo a todos los docentes de la carrera de ingeniería química y a mi tutor el Ing. Braulio Madrid, a mis especialistas la Ing. Gabriela Armijos e Ing. María Elena Yáñez quienes en lo largo de este trayecto universitario han sido excelentes docentes.

Un agradecimiento profundo a toda mi familia, mis amigos y mis mascotas por brindarme de su apoyo tanto físico como emocional, y a Naruto Uzumaki que me enseñó a nunca rendirme para creer en mi camino, mi camino Universitario.

Carlos Andrés Carpio Galarza

RESUMEN

La industria de la construcción es un sector con altos índices de riesgo debido a la naturaleza de las actividades y a los agentes químicos que se manipulan; por esta razón es fundamental garantizar la seguridad y salud de los trabajadores para asegurar su productividad y evitar los accidentes y enfermedades laborales. El objetivo del presente trabajo es evaluar la exposición inhalatoria de los agentes químicos a los que están expuestos los trabajadores de una empresa del sector de la construcción con la norma NTP 937 basada en el método cualitativo simplificado del INRS. Para el desarrollo de este estudio se utilizó el tipo de investigación descriptivo acompañado de visitas in situ, revisión documental y la observación para poder obtener datos para su desarrollo. La metodología utilizada para la evaluación de la exposición inhalatoria es la NTP 937 la cual se basa en el método de la INRS y realiza la evaluación en base a 5 variables: Clase de riesgo potencial, clase de volatilidad o pulverulencia, clase de procedimiento de trabajo, clase de protecciones colectivas y el factor de corrección de los valores límite ambientales. Los resultados de la evaluación permitieron determinar que el diluyente y pegamento PVC son los agentes con puntuación de riesgo más baja con un nivel de prioridad de acción 3 lo cual representa un riesgo bajo. El cemento, la pintura, el bondex, el bentocryl, los empastes y la soldadura tienen una puntuación entre 350 y 1000 lo que representa un nivel de prioridad de acción 2 con un riesgo moderado que necesita de la aplicación de medidas correctivas y una evaluación más detallada. Para finalizar, se propusieron medidas de control para mejorar las condiciones y ambientes de trabajo fueron realizadas de acuerdo a lo establecido en la norma NTP 872 y las que incluye el uso de equipos de protección personal (EPP) con filtros de acuerdo al agente utilizado, limpieza regular de los equipos y el desarrollo de capacitaciones a los trabajadores sobre la peligrosidad de los agentes, cómo manejarlos de forma segura y como utilizar las medidas preventivas adecuadamente y la formación exhaustiva sobre el uso y mantenimiento de los EPP.

Palabras claves: Agentes químicos, Riesgo por inhalación, Construcción, Medidas de control, Límites ambientales.

ABSTRACT

The construction industry is a sector with high risk rates due to the nature of the activities and the chemical agents that are handled; For this reason, it is essential to guarantee the safety and health of workers to ensure their productivity and avoid occupational accidents and illnesses. The objective of this work is to evaluate the inhalation exposure of chemical agents to which workers in a company in the construction sector are exposed with the NTP 937 standard based on the simplified qualitative method of the INRS. For the development of this study, the descriptive type of research was used, accompanied by on-site visits, documentary review and observation to obtain data for its development. The methodology used to evaluate inhalation exposure is NTP 937, which is based on the INRS method and carries out the evaluation based on 5 variables: Potential risk class, volatility or dust class, work procedure class, collective protection class and the correction factor for environmental limit values. The results of the evaluation allowed us to determine that PVC thinner and glue are the agents with the lowest risk score with an action priority level 3, which represents a low risk. Cement, paint, bondex, bentocryl, fillings and solder have a score between 350 and 1000, which represents an action priority level 2 with a moderate risk that requires the application of corrective measures and a more detailed evaluation. Finally, control measures were proposed to improve working conditions and environments, carried out in accordance with the provisions of the NTP 872 standard and which included the use of personal protective equipment (PPE) with filters according to the agent used, regular cleaning of the equipment and the development of training for workers on the danger of the agents, how to handle them safely and how to use preventive measures appropriately and exhaustive training on the use and maintenance of PPE.

Keywords: Chemical agents, Inhalation risk, Construction, Control measures, Environmental limits

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE GENERAL	7
ÍNDICE DE TABLAS	10
LISTADO DE ABREVIATURAS	13
INTRODUCCION	15
OBJETIVOS	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
1. MARCO TEÓRICO	18
1.1 Generalidades	18
1.2 Factor de riesgo químico	18
<i>1.2.1 Riesgo químico.</i>	18
<i>1.2.2 Clasificación de los riesgos químicos.</i>	19
<i>1.2.3 Evaluación de los riesgos químicos.</i>	20
<i>1.2.4 Clasificación de agentes químicos.</i>	20
1.3 Efectos de los factores de riesgo químico para la salud	21
<i>1.3.1 Efectos a corto plazo</i>	21
<i>1.3.2 Efectos a largo plazo.</i>	22
1.4 Metodología de evaluación para riesgos químicos.	22
<i>1.4.1 Métodos cuantitativos.</i>	22
<i>1.4.2 Métodos cualitativos</i>	23
1.5 Tipos de químicos utilizados en el sector de la construcción.	24
<i>1.5.1 Productos de limpieza</i>	24
<i>1.5.2 Aditivos y selladores</i>	24
1.6 Desarrollo de programas de capacitación y concientización sobre riesgos químicos	24
<i>1.6.1 Desarrollo de programas de capacitación</i>	25
<i>1.6.2 Metodologías de capacitación.</i>	25

1.7 Marco conceptual	25
1.7.1 Riesgo	25
1.7.2 Peligro	26
1.7.3 Identificación de peligros	26
1.7.4 Evaluación de riesgos	26
1.7.5 Control de riesgos	26
1.7.6 Nota técnica de prevención (NTP 937). Inicia	26
1.7.7 Instituto nacional de investigación y seguridad (INRS)	26
1.8 Marco legal	27
1.8.1 Decreto ejecutivo No 255	27
1.8.2 Artículo 33 de la Constitución de la república del Ecuador	27
1.8.3 Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196	28
2. METODOLOGIA	29
2.1 Unidades de Análisis	29
2.1.1 Tipo de Investigación	29
2.1.2 Ubicación de la investigación	29
2.1.3 Sujetos de estudio	30
2.2 Población y Muestra	30
2.2.1 Población	30
2.2.2 Muestra	31
2.3 Variables de estudio	31
2.3.1 Variables Independientes	31
2.3.2 Variable dependiente	32
2.4 Técnicas de Investigación	32
2.5 Herramientas de Investigación	33
2.6 Procedimiento	33
2.7 Aplicación Metodológica	35
2.7.1 Metodología Normativa	35
2.7.2 Fichas Técnicas	35
2.8 Evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por la inhalación de agentes químicos (Método INRS)	47
2.8.1 Determinación del riesgo potencial	49
2.8.2 Determinación de la volatilidad o pulverulencia	53
2.8.3 Determinación de procedimiento de trabajo	56
2.8.4 Determinación de la protección colectiva	56

2.8.5 Factor de corrección en función del valor límite ambiental (FCVLA)	57
2.9 Cálculo de la puntuación por riesgo de inhalación.	58
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
3.1 Cálculo del riesgo potencial	60
3.1.1 Obtención de la clase de peligro.	60
3.1.2 Obtención de la clase de cantidad.	61
3.1.3 Obtención de clase de frecuencia.	63
3.1.4 Obtención de clase de exposición potencial.....	63
3.1.5 Obtención de clase de riesgo potencial.	64
3.1.6 Obtención de la puntuación del riesgo potencial.	65
3.2 Cálculo de la volatilidad o pulverulencia.	66
3.2.1 Obtención del valor de la clase de pulverulencia para material sólido.	66
3.2.2 Establecimiento de clases de volatilidad de material líquido.....	67
3.2.2 Obtención de la puntuación de la volatilidad o pulverulencia.....	68
3.3 Cálculo del procedimiento de trabajo	69
3.4 Cálculo de la protección colectiva	69
3.5 Cálculo del factor de corrección en función de los valores límites ambientales .70	
3.6 Cálculo de la puntuación por riesgo de inhalación.	72
3.7 Medidas de control correctivas	82
4. CONCLUSIONES	84
5. RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS	93
ANEXO A. Recolección de Datos In situ.	93
ANEXO B. Inspección del Área de Exposición.....	94
ANEXO C. Materiales utilizados en el área de la construcción	95
ANEXO D. Monitorización y prueba de equipos en campo de trabajo.	96
ANEXO E. Tabla de encuesta a los trabajadores del sector de la construcción.	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la población y muestra en la investigación	31
Tabla 2. Productos químicos utilizados en la construcción	36
Tabla 3. Materiales determinantes a la clase de peligro.	61
Tabla 4. Valores utilizados en el área experimental de la construcción.	62
Tabla 5. Obtención de clase de frecuencia.	63
Tabla 6. Determinación de la clase de exposición potencial.....	64
Tabla 7. Determinación del valor de clase de riesgo potencial.....	65
Tabla 8. Puntuación del riesgo potencial	66
Tabla 9. Clase de pulverulencia para sólidos.....	67
Tabla 10. Datos para calcular la volatilidad en líquido.....	67
Tabla 11. Puntuación de volatilidad o pulverulencia.....	68
Tabla 12. Puntuación asignada al procedimiento de trabajo	69
Tabla 13. Puntuación de la clase de protección colectiva	70
Tabla 14. Datos para cálculos de factor de corrección.....	71
Tabla 15. Datos para medir la prioridad de acción.....	74
Tabla 16. Tabla de medidas preventivas para ayudar a los trabajadores del sector de la construcción a tener un mejor manejo de los materiales de construcción, la cual nos basamos en la norma NTP 872.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17. Puntuación del riesgo por inhalación	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del riesgo.	19
Figura 2. Mapa de división político-administrativo del cantón Machala	30
Figura 3. Datos técnicos del cemento Holcim	42
Figura 4. Especificaciones técnicas Intervinil.....	43
Figura 5. Datos técnicos varios (mortero)	43
Figura 6. Especificaciones del betoncryl-14.....	44
Figura 7. Ficha técnica del Diluyente laca estándar DLS1.	45
Figura 8. Ficha técnica del pegamento PVC.....	45
Figura 9. Especificaciones de empaste exterior.....	46
Figura 10. Ficha técnica de empaste interior.	46
Figura 11. Ficha técnica de la soldadura.....	47
Figura 12. Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación.....	48
Figura 13. Clases de peligros basados en frases R y H.....	49
Figura 14. Clase de cantidad en base a lo utilizado por día	50
Figura 15. Frecuencia de utilización de los agentes químicos	51
Figura 16. Determinación de la clase de exposición potencial.....	51
Figura 17. Clases de riesgo potencial	52
Figura 18. Puntuación correspondiente a cada clase de riesgo potencial	52
Figura 19. Clases de pulverulencia para material sólido	53
Figura 20. Clases de volatilidad para materiales líquidos.....	54
Figura 21. Volatilidades para procesos y tipos de tratamientos químicos.....	55
Figura 22. Puntuación de volatilidad o pulverulencia.....	55
Figura 23. Clase de procedimiento y puntuación asignada	56
Figura 24. Clases de protección colectiva y sus puntuaciones	57
Figura 25. Valor límite ambiental y su valor de factor de corrección	58
Figura 26. Caracterización del riesgo por inhalación.....	58

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del riesgo por inhalación	58
------------------------------------------------------------	----

LISTADO DE ABREVIATURAS

- INRS:** Instituto Nacional de Investigación y Seguridad.
- SSO:** Seguridad y Salud Ocupacional.
- EPP:** Equipo de protección personal
- ISO:** Organización Internacional de Normalización
- PIB:** Producto Interno Bruto
- SGA:** Sistema Globalmente Armonizado
- HDS:** Hoja de Seguridad
- SO:** Solvente Orgánico
- NTP:** Nota Técnica de Prevención
- OMS:** Organización Mundial de la Salud
- OIT:** Organización Internacional del Trabajo
- INSST:** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
- FC:** Factor de Corrección
- VLA:** Valor Límite Ambiental
- FDS:** Ficha de Datos de Seguridad
- P_{inh} :** Puntuación por inhalación.
- $P_{riesgo\ pot}$:** Puntuación de riesgo potencial.
- $P_{volatilidad}$:** Puntuación de volatilidad.
- $P_{procedimiento}$:** Puntuación de procedimiento.
- $P_{protec\ colectiva}$:** Puntuación de protección colectiva.

FC_{VLA} : Factor de corrección del valor límite ambiental.

INTRODUCCION

La exposición a agentes químicos en el sector de la construcción de la Ciudad de Machala representa un problema significativo de la salud ocupacional, los trabajadores se encuentran expuestos a una variedad de sustancias químicas consideradas de carácter peligrosas, tales como: solventes, adhesivos, selladores, gases, pinturas y material particulado. Estas sustancias sumadas a las horas de jornada laboral en las cuales existe la exposición provocan problemas de salud relacionados con el estilo de vida, enfermedades como hipertensión, diabetes, adicciones etc.¹

Una fuente importante de material particulado en el aire son las actividades de construcción, en particular, los impactos en la salud del polvo de la construcción en los trabajadores y gerentes de construcción de primera línea merecen más atención, conociendo al material particulado generado por las actividades de construcción como "polvo de construcción", la principal fuente de emisión de partículas.²

La exposición a diversos agentes y factores nocivos en el entorno laboral puede tener un impacto significativo en la salud y el bienestar de los trabajadores, así como en la productividad de las empresas, es necesario adentrarse en la exploración de métodos y estrategias para reducir a niveles aceptables la presencia de estos agentes y factores perjudiciales en el lugar de trabajo.³

A nivel laboral se presentan muchas afecciones en la salud de los trabajadores debido a riesgos químicos a los que están expuestos diariamente; a esto se suma la falta de compromiso de los empleadores con la salud de sus subordinados, ya que estos manejan diariamente sustancias químicas nocivas sin la debida protección personal, los trabajadores del área de construcción, son los más expuestos a millones de contaminantes y los menos favorecidos en cuanto a garantías de salud, prevención de la enfermedad y mantenimiento de la salud.⁴

A nivel mundial las empresas certifican su sistema de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO), a través de la Organización Internacional de Normalización (ISO), siendo evidente que la salud y seguridad son parte integral de las actividades comerciales innovadoras, exitosas y de inversión, la implementación de esta busca lograr una mayor seguridad en el trabajo, prevenir enfermedades laborales y minimizar el riesgo de interrupción del negocio y siendo claro que la prevención es mejor inversión que el remedio.⁵

Un entorno de trabajo saludable es aquel en el que los trabajadores y jefes colaboran en un proceso de mejora continua para promover y proteger la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores y la sustentabilidad del ambiente de trabajo, al tener dicha conciencia lograremos entender que es nuestra mejor inversión para preservar ese valioso activo de las empresas que sin ellos sería imposible cumplir los fines y objetivos de los diferentes sectores como lo es en este caso el sector de la construcción.⁵

Es muy importante conocer los protocolos para prevenir la incidencia de accidentes o enfermedades laborales a causa de contaminantes químicos, así como la ruta de acción para seguir con los trabajadores expuestos de manera directa e indirecta en su área laboral a agentes químicos para que se puedan identificar los efectos nocivos para la salud de los trabajadores.⁴

Mediante el desarrollo de este estudio investigativo se busca determinar los niveles de exposición inhalatoria a los cuales se enfrentan los trabajadores, ya que, debido al rápido desarrollo de la industria de la construcción, la emisión y la exposición del polvo de construcción poseen niveles altos de exposición.²

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la exposición inhalatoria a agentes químicos a los que están expuestos los trabajadores de una empresa del sector de la construcción con la norma NTP 937 basada en el método cualitativo simplificado del INRS.

Objetivos Específicos

- Identificar las exposiciones a agentes químicos y material particulado a los que están expuestos los trabajadores del sector de la construcción.
- Determinar los niveles de exposición de los trabajadores a los agentes químicos identificados.
- Evaluar el riesgo químico por inhalación mediante el uso de metodologías simplificadas.
- Proponer medidas de control para mejorar las condiciones y ambientes de trabajo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades

El marco teórico proporciona la base conceptual y científica para el desarrollo de la investigación y evaluación de factores de riesgo químicos en el sector de la construcción, los riesgos a la exposición de agentes químicos surgen en el entorno laboral y tienen un impacto negativo en la salud física, mental y social de los colaboradores.⁶

En el Ecuador, el sector de la construcción es una de las cinco industrias pilares que dinamizan la economía del país y que mayor aportan al Producto Interno Bruto (PIB); no obstante, es una de las actividades que presenta mayor probabilidad de generación de accidentes laborales y un mayor índice de mortalidad; en cierta manera, porque se ve afectada por un bajo nivel de instrucción y calificación de la mano de obra.⁷

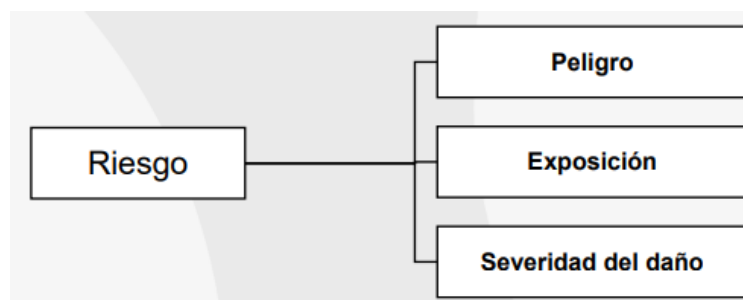
1.2 Factor de riesgo químico

Referidos netamente a los elementos que aumentan la posibilidad de un daño o un tipo de problema, siendo el escenario contribuyente el sector de la construcción, en el cual se deben tener en cuenta los diferentes riesgos químicos.

1.2.1 Riesgo químico. Definido como la probabilidad en la cual una sustancia química cause efectos nocivos en la persona que lo esté manipulando, es decir, el riesgo viene definido como la combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que puede causar el suceso o exposición.⁸

El riesgo es un concepto que se compone de una relación entre otras variables, íntimamente ligado al peligro. En relación con los productos químicos, el peligro se entiende como esa condición propia de la sustancia química que tiene el potencial de causar daño (peligros físicos, para la salud o para el ambiente).⁹

Figura 1. Componentes del riesgo



Fuente: ⁹

1.2.2 *Clasificación de los riesgos químicos.* Se detalla la clasificación de los riesgos químicos en base al riesgo a controlar según la naturaleza de las actividades laborales: Inhalación y contacto con sustancias tóxicas como el cemento, Contactos con sustancias inflamables (adhesivos y sellantes), cáusticas o corrosivas (tipo de pintura, pegamento, yeso).⁸

1.2.2.1 *Sustancias tóxicas.* Según el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) de la Organización de las Naciones Unidas, una sustancia tóxica es aquella que ingresa al organismo expuesto, afectando así a las vías respiratorias, cutánea y digestiva, la sustancia química debe atravesar las membranas celulares para acceder al órgano donde se produce el efecto.⁹

1.2.2.2 *Sustancias Inflamables.* Son sustancias inflamables aquellas que indican un peligro de carácter inestable, peligro de explosión en masa, peligro de onda expansiva o de proyección, peligro de explosión en caso de incendio o calentamiento, gases, aerosoles, líquidos y/o sólidos inflamables, líquidos y sólidos pirofóricos o que sufren calentamiento espontáneo, sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables y sustancias que pueden provocar o agravar un incendio denominadas sustancias comburentes.¹⁰

El sistema globalmente armonizado (SGA) es una herramienta sumamente útil para la identificación de peligros asociados a una sustancia química, de la cual se cumpla todo lo referente a la identificación de productos químicos, evaluación de la exposición, controles operativos y capacitación, para lo cual las hojas de datos de seguridad (HDS) son una herramienta imprescindible.¹⁰

Otro elemento importante del SGA es el uso de las hojas de datos de seguridad, la cual consiste de un formato de 16 apartados en donde el fabricante debe declarar la información requerida en cada apartado. La información contenida en las HDS se puede dividir en cuatro bloques: información de identificación; información de emergencias; información de manejo y precauciones, e información complementaria.¹⁰

1.2.2.3 *Sustancias cáusticas o corrosivas*. Según el sistema globalmente armonizado, se definen como causticas o corrosivas a las sustancias que pueden ser corrosivas para metales y que provocan graves quemaduras en la piel y lesiones oculares¹⁰. La intoxicación por sustancias cáusticas representa una emergencia médica que requiere una intervención rápida y precisa, especialmente en el entorno prehospitalario, las sustancias cáusticas, como ácidos y bases fuertes, pueden ocasionar daños graves a tejidos y órganos en cuestión de minutos, lo que destaca la importancia de un manejo adecuado desde los primeros momentos de la exposición.¹¹

1.2.3 *Evaluación de los riesgos químicos*. Para analizar el trabajo en el sector de la construcción se evaluarán los riesgos teniendo en cuenta las obligaciones de ámbito legal existentes.¹² Además, se implica la identificación de los agentes peligrosos, la caracterización de sus propiedades tóxicas, la determinación de las vías y niveles de exposición, y la evaluación de los efectos adversos potenciales.

1.2.4 *Clasificación de agentes químicos*. En la industria y sectores tecnológicos se utiliza una gran cantidad de productos químicos, generando riesgos para la salud de quienes están expuestos. Esto puede inducir alteraciones dependiendo de la concentración, manipulación, exposición, susceptibilidad del trabajador. Estos agentes químicos pueden producir una diversidad de efectos irritantes alérgicos, tóxicos e incluso cancerígenos.¹³ Los agentes químicos en el sector de la construcción pueden clasificarse en diversas categorías según su uso y los riesgos que representan.

1.2.4.1 *Solventes*. Un solvente orgánico (SO) es un compuesto, generalmente líquido, que contiene carbono y que posee la característica de disolver otras sustancias. A nivel industrial, son utilizados en operaciones de disolución de reactivos, extracción, lavado y separación de mezclas, además son empleados en laboratorios de docencia universitaria.

A pesar de sus múltiples aplicaciones, la mayor parte de los solventes orgánicos son altamente volátiles, influyendo en la contaminación del aire y agua, así como en la salud de las personas.¹⁴

1.2.4.2 *Adhesivos*. La utilización de adhesivos en el sector de la construcción es todavía muy importante debido a que es necesario en muchos casos, que en comportamientos reales se mantengan las propiedades de la unión a lo largo del tiempo.¹⁵ Un ejemplo de uso de adhesivos es en la unión de materiales y sello de superficies.

1.2.4.3 *Pinturas y recubrimientos*. Durante la aplicación de pinturas y recubrimientos a nivel industrial se generan diferentes residuos, principalmente lodos de pintura, catalogados como residuos peligrosos que requieren un tratamiento y transporte específicos por gestor especializados. Además, las propias empresas gestoras de residuos, durante sus procesos de tratamiento, clasificación y disposición, generan otros subproductos que en última instancia son también llevados al vertedero, con el consiguiente impacto derivado.¹⁶

1.2.4.4 *Selladores*. Los selladores se utilizan para impermeabilizar y proteger superficies, y pueden incluir compuestos como siliconas, poliuretanos y acrílicos. Estos productos pueden liberar vapores tóxicos durante su aplicación, y algunos pueden ser inflamables o reactivos bajo ciertas condiciones.

1.3 Efectos de los factores de riesgo químico para la salud.

La salud de los trabajadores, sin importar en qué área laboral se desempeñen, se ve afectada en varios aspectos, los cuales pueden variar; entre ellos se encuentran los sistemas respiratorios, el sistema reproductor, el sistema nervioso, el sistema tegumentario y el sistema gastrointestinal de forma crónica o aguda. Entre los agentes más comunes causantes de las enfermedades respiratorias se reportan los pesticidas, el plomo y solventes.⁴

1.3.1 *Efectos a corto plazo*. Las quemaduras por exposición a químicos son una forma de lesión poco frecuente; sin embargo, los efectos secundarios se pueden considerar catastróficos a corto, mediano y largo plazo.¹⁷ Es recomendable seguir la normativa para evitar los conocidos accidentes laborales.

1.3.2 *Efectos a largo plazo.* Las lesiones dérmicas originadas por agentes químicos comúnmente presentes en el área de trabajo y el entorno circundante pueden causar problemas de salud a corto y largo plazo, además de estar asociadas a secuelas que limitan la calidad de vida, especialmente si no reciben un manejo oportuno. El mecanismo de lesión y las complicaciones locales o sistémicas de las quemaduras químicas dependerán del tipo de compuesto al que se estuvo expuesto.¹⁷

1.4 Metodología de evaluación para riesgos químicos.

La metodología para la evaluación del riesgo químico es indispensable para una adecuada identificación de los peligros químicos asociados a las diferentes sustancias químicas a las que se exponen los usuarios. La evaluación evita y reduce el riesgo durante todo el ciclo de vida del lugar de trabajo.¹⁸ La evaluación de riesgos químicos es compleja, y no solo por las propiedades peligrosas de los agentes químicos sino también porque estos agentes están presentes en la mayoría de los procesos industriales.¹⁹

1.4.1 *Métodos cuantitativos.* En un trabajo la cuestión cuantificable no tiene por qué ser opuesta a la cualitativa, los métodos cuantitativo y cualitativo no son compatibles desde el punto de vista epistemológico, sin embargo, pueden ser complementarios.²⁰ Es decir, para obtener un resultado eficiente y eficaz, es importante en las labores diarias, implementar los métodos cualitativos y cuantitativos.

1.4.1.1 *Monitoreo ambiental y biomonitorización.* El monitoreo ambiental es necesario debido a que se necesitan conocer las concentraciones de los agentes químicos nocivos con mayor precisión en el ambiente de trabajo, desarrollando un proceso de biomonitorización, llamado así por trabajar con organismos vivos, algo que proporciona una gran cantidad de información sobre la relación existente entre los seres vivos y el medio ambiente donde se desarrollan.²¹

1.4.1.2 *Modelado de exposición.* Utiliza datos de monitoreo y características del entorno de trabajo para estimar la exposición de los trabajadores a agentes químicos. Los modelos pueden ser estocásticos o deterministas y ayudan a predecir escenarios de exposición bajo diferentes condiciones de trabajo, una forma de prevenir los efectos en la salud por uso y exposición a sustancias químicas es poner en práctica procesos de evaluación de riesgos, estos procesos utilizan métodos y técnicas aplicables a la evaluación de peligros, exposición y daños potenciales a la salud de los trabajadores.²²

1.4.2 *Métodos cualitativos*. En la última década, una serie de métodos cualitativos y cuantitativos se han desarrollado y aplicado para gestionar los riesgos, la mayor parte de las investigaciones que se centran en esta etapa de identificación de riesgos aplicaron métodos cualitativos. Se debe destacar que, en estos casos, no dan prioridad ni cuantifican el impacto negativo de los tipos de riesgos ni de los factores de riesgo.²³

1.4.2.1 *Evaluación basada en la experiencia*. Esta evaluación está referida a la experiencia laboral que han tenido los trabajadores en lo que respecta a cada una de sus jornadas laborales, desde como reciben el producto hasta como le dan una disposición final. La experiencia se va forjando con el transcurso del tiempo y depende mucho de la responsabilidad, puntualidad y dedicación que el trabajador tenga en sus labores.

1.4.2.2 *Matrices de riesgo*. Las matrices de riesgo son herramientas cualitativas que permiten evaluar y clasificar los riesgos en función de su probabilidad y severidad, el análisis del riesgo permite desagregar la complejidad sin perder la visión del todo, a través de un proceso racional de reducción, estando siempre presente el enfoque preventivo sobre el riesgo y los desastres.²⁴ Para conocer el orden de priorización de los riesgos, fueron sometidos a análisis mediante matrices de riesgo, con el objetivo de categorizar un evento determinado.

1.4.2.3 *Método Delphi*. La selección por método Delphi es de las más importantes según la prevalencia de la práctica a modificar, gravedad de sus potenciales riesgos, y facilidad con la que podría ser modificada.²⁵ Este método es útil para recopilar opiniones y experiencias de múltiples expertos y para reducir la influencia de opiniones individuales sesgadas. La metodología Delphi, habitual en estudios de gestión de calidad, con la que se pretende conseguir el parecer general de un grupo de expertos tras un proceso de acuerdo entre ellos, y que viene a completar un proyecto.²⁵

1.4.2.4 *Análisis de estudio de caso*. El análisis de estudios de caso es una metodología cualitativa que examina en profundidad ejemplos específicos de gestión de riesgos en proyectos de construcción. Este enfoque permite identificar buenas prácticas y lecciones aprendidas que pueden aplicarse a otros contextos

1.5 Tipos de químicos utilizados en el sector de la construcción

Históricamente, el sector de la construcción ha sido uno de los contribuyentes más importantes en la economía, ya que genera gran cantidad de empleos durante y después de concluida la obra, creando de esta manera, ingresos y progreso para la economía local, sin embargo, causa daños ambientales significativos ya que produce una gran cantidad de residuos, algunos de los cuales se consideran peligrosos. A pesar de esto, el país no cuenta con un manejo adecuado de estos residuos químicos, por este motivo, se identificaron los tipos de químicos utilizados por el sector de la construcción.²⁶

1.5.1 *Productos de limpieza.* Los empleadores de la industria de la construcción deben desarrollar un plan integral de control de la exposición, que incluya todo tipo de medidas como la desinfección, control de síntomas, medidas de control y capacitación²⁷, sobre la manipulación correcta de los productos de limpieza.

1.5.2 *Aditivos y selladores.* Los aditivos y selladores son componentes críticos en la construcción, utilizados para mejorar las propiedades de los materiales y proteger las estructuras de los daños causados por factores ambientales y desgaste. Estos productos químicos ayudan a extender la vida útil de las construcciones y mejorar su rendimiento.

1.6 Desarrollo de programas de capacitación y concientización sobre riesgos químicos

El sector de la construcción, sector que a pesar de presentar índices altos de mortalidad, especialmente en la mano de obra no calificada, no logra visualizar un compromiso claro y responsable por parte de los empleadores, en este caso las empresas constructoras y el ente regulador, que para el caso de nuestro país viene siendo el ministerio de trabajo al momento de realizar la implementación y posterior seguimiento a las actividades encaminadas a salvaguardar la integridad física de obreros y operarios, aun cuando existen estrategias de gestión y capacitación.²⁸

Los programas de capacitación y concientización son fundamentales para la gestión eficaz de los riesgos químicos en la construcción. Estos programas deben enfocarse en educar a los trabajadores y al personal de gestión sobre los peligros de los productos químicos utilizados y las medidas de seguridad necesarias para manejar estos riesgos.

1.6.1 *Desarrollo de programas de capacitación.* El foco de la problemática se centra principalmente en los trabajadores, sus empleadores y las estrategias que se están llevando a cabo en el campo de la construcción para salvaguardar la salud e integridad física de quienes, por pasión, vocación o simplemente necesidad, exponen su vida a diario para llevar el sustento a sus hogares, cumplir objetivos, metas y cronogramas de trabajo a como dé lugar. El desarrollo de programas de capacitación se centra en establecer y desarrollar un trabajo investigativo en el que se entienda de una mejor manera los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y los accidentes para el sector de la construcción.²⁸

1.6.2 *Metodologías de capacitación.* Los programas de capacitación deben utilizar una combinación de metodologías para asegurar que los trabajadores comprendan y retengan la información proporcionada. Existen diferentes estrategias y herramientas que podrían usarse para la capacitación en riesgos laborales, que van desde las actividades lúdicas, pasando por herramientas digitales, hasta estrategias de participación activa del trabajador que permitan una mayor concientización y apropiación del conocimiento en materia de seguridad, que incentiven la aplicación de prácticas seguras, teniendo en cuenta su contexto crítico de accidentalidad.²⁹

1.7 Marco conceptual

El sector de la construcción es uno de los sectores clave para la economía en todo país; ya que refleja el crecimiento económico y urbanístico. Por las características propias de la diversidad de riesgos y complejidad de las tareas presentes en los procesos de trabajo en este sector, existe un elevado riesgo de siniestralidad laboral en la incidencia y prevalencia de accidentes, incidentes, enfermedades y mortalidad laboral. Es importante definir algunos conceptos básicos como los siguientes: riesgo, peligro, identificación y evaluación de riesgos.⁸

1.7.1 *Riesgo.* El riesgo viene definido como la combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que puede causar el suceso o exposición.⁸ Siempre existirá la probabilidad de que algo ocurra fuera de lo normal, sin embargo, seguir las debidas normativas de seguridad conlleva a reducir estas posibilidades.

1.7.2 *Peligro*. Es una fuente, situación o acto con potencial para causar daño humano, deterioro de la salud, daños físicos o una combinación de estos⁸. Recurrir a una correcta señalización favorece a disminuir esta situación en las diferentes zonas laborales, ayudando a que los trabajadores se encuentren en mejores condiciones.

1.7.3 *Identificación de peligros*. La identificación de peligros se realiza a través de la caracterización de procesos, la verificación de aptitud del personal y la determinación de condiciones y actos subestándares.⁷ Esta identificación debe ser rigurosa con la finalidad de evitar posibles accidentes.

1.7.4 *Evaluación de riesgos*. Constituye un instrumento fundamental en la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo en una empresa y proporciona a empleadores y empresas un medio que les permite ser proactivos, identificar los peligros y adoptar medidas para solucionar los problemas antes de que estos causen un accidente o enfermedad.⁸

1.7.5 *Control de riesgos*. La aplicación de medidas de protección y prevención, no solo resguardan la vida y salud de los trabajadores, si no también, evitan las pérdidas económicas generadas por incidentes y accidentes, la disminución de la productividad, el daño a la imagen comercial y la pérdida de la reputación empresarial.⁷

1.7.6 *Nota técnica de prevención (NTP 937)*. Inicia el estudio de las metodologías simplificadas de evaluación del riesgo por inhalación de agentes químicos, presenta una serie de modificaciones con respecto al método original del INRS que pretenden que la evaluación sea más completa, es decir, que se realice en base a un mayor número de variables, sin aumentar por ello la complejidad de la misma.³⁰

1.7.7 *Instituto nacional de investigación y seguridad (INRS)*. Implementa un análisis global de las condiciones de uso y almacenamiento de los productos químicos por medio de listas de chequeo y encuestas, tomando en cuenta factores como: proceso productivo, condiciones de infraestructura, entre otros.³¹ El método del INRS es el más utilizado debido a que realiza una estimación más cercana a la realidad del riesgo laboral, considerando mayor cantidad de variables durante el proceso de evaluación, entre estas: cantidades utilizadas, forma de uso y nivel de peligrosidad.²²

El método original del INRS considera el peligro del agente químico, en lugar del riesgo potencial, porque la cantidad y la frecuencia ya se tienen en cuenta en un proceso previo que denominan jerarquización. Sin embargo, dado que en este procedimiento se aborda únicamente la evaluación del riesgo por inhalación se ha convenido emplear, para determinar el riesgo por inhalación, la variable riesgo potencial que engloba el peligro, la cantidad absoluta y la frecuencia de utilización.³⁰

1.8 Marco legal

El Derecho al Trabajo se encuentra plasmado en un conjunto de instrumentos normativos internacionales, calificados como Tratados y Convenios Internacionales Fundamentales, más allá de ello, según los principios de las Naciones Unidas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se reconoce además la dignificación del trabajo y el derecho de todo empleado a laborar en condiciones seguras y saludables.³²

Las condiciones óptimas de trabajo, son aquellas que impiden que el trabajador se vea afectado por factores laborales como las cargas físicas y mentales o los factores ambientales (biológicos, físicos, químicos, etc.) que pueden desarrollarse en el ámbito laboral.³²

1.8.1 *Decreto ejecutivo No 255.* Establece reglamentos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, buscando garantizar condiciones laborales seguras para todos los empleados, será aplicable en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todos los servidores públicos; privados; empleadores; trabajadores; incluidas las Fuerzas Armadas y las entidades de seguridad ciudadana y orden público; así como, los trabajadores remunerados del hogar, autónomos y sin relación de dependencia.³³

1.8.2 *Artículo 33 de la Constitución de la república del Ecuador.* Establece que el trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.³³

1.8.3 *Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196*. Establece estrictamente normas generales con el fin de cumplir y ejercer control de las obligaciones que se rigen en el campo laboral, en lo que respecta a seguridad y salud y trabajo tanto para empleadores públicos y privados en el país, tal es que el artículo 410 del Código del Trabajo determina que los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida.³⁴

En lo que concierne la inspección de trabajo, el estado ecuatoriano ratificaría el convenio Nro. 081 de la Organización Internacional del Trabajo, manifestando así en el artículo 3 que el sistema de inspección del trabajo en los establecimientos industriales se aplicará a todos los establecimientos a cuyo respecto los inspectores del trabajo estén encargados de velar por el cumplimiento de las disposiciones legales relativas a las condiciones de trabajo y a la protección de los trabajadores en el ejercicio de su profesión.³⁴

Consagrando también a los inspectores de trabajo y a sus facultades, el artículo 13 exhibe con claridad que los inspectores del trabajo estarán facultados para tomar medidas a fin de que se eliminen los defectos observados en la instalación, en el montaje o en los métodos de trabajo que, según ellos, constituyan razonablemente un peligro para la salud o seguridad de los trabajadores.³⁴

Finalmente, los artículos 12, 18 y 20 de la Decisión del Acuerdo de Cartagena 584, establecen las obligaciones de los empleadores, además de los derechos y obligaciones de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.³⁴ El incumplimiento a seguir la normativa adecuadamente conlleva a tomar decisiones al personal cualificado y llevar la situación adecuadamente.

2. METODOLOGIA

2.1 Unidades de Análisis

2.1.1 *Tipo de Investigación.* El presente trabajo de investigación, respondió a un estudio descriptivo, basado en un enfoque cualitativo, el mismo se centró en la observación y descripción de los fenómenos de los puestos de trabajo y conductas laborales de la población, que puedan comprometer la salud de los trabajadores.⁸ Centrado en lo que conlleva a la recolección y análisis de datos los cuales permitan establecer prioridades entre las distintas situaciones de riesgo en función del peligro causado en una empresa del sector de la construcción en la ciudad de Machala.⁸

2.1.2 *Ubicación de la investigación.* La observación y recolección de datos se llevaron a cabo en una empresa del sector de la construcción de la ciudad de Machala, provincia de El Oro.

2.2.2 *Muestra*. Conformada por los trabajadores de la empresa que entran en contacto directo con los productos químicos que generen riesgos nocivos hacia la salud humana, esta selección se genera al haber estudiado la población en general y sus actividades habituales dentro del campo laboral.

2.3 Variables de estudio

En este apartado se colocaron las variables que intervienen en el proceso de investigación para posteriormente llevar a cabo los estudios y análisis correspondientes.

2.3.1 *Variables Independientes*. Las variables independientes de esta investigación son los factores que pueden influir en la exposición a riesgos químicos de los trabajadores en el sector de la construcción.

TABLA 1. Descripción de la población y muestra en la investigación

Población	Muestra
Todos los trabajadores de turno completo en una obra de construcción en la ciudad de Machala	Conjunto de trabajadores de turno completo que manipulen productos químicos y estén expuestos a ellos, en una obra de construcción en la ciudad de Machala

Fuente: Elaboración propia

Estas variables incluyen:

- **Tipo de agente químico:** Clasificación de los productos químicos utilizados en las actividades de construcción, como solventes, adhesivos, pinturas, y productos de limpieza.
- **Duración de la exposición:** Tiempo durante el cual los trabajadores están expuestos a los agentes químicos en su jornada laboral.
- **Frecuencia de uso:** Número de veces que se utilizan los productos químicos durante el proceso de construcción.
- **Medidas de protección:** Uso de equipos de protección personal (EPP) como mascarillas, guantes, y ropa de protección.

- **Condiciones de ventilación:** Calidad de la ventilación en los lugares de trabajo donde se utilizan los agentes químicos.
- **Capacitación y formación:** Nivel de educación y entrenamiento recibido por los trabajadores sobre el manejo seguro de agentes químicos

2.3.2 *Variable dependiente.* Esta variable es la que se ve afectadas por las distintas variables independientes, siendo así que la variable en cuestión es:

- **Nivel de riesgo químico:** Medida del riesgo químico al que están expuestos los trabajadores, evaluado a través de metodologías simplificadas para determinar los niveles de exposición y la probabilidad de efectos adversos en la salud.

2.4 Técnicas de Investigación

Las técnicas de investigación utilizadas en este estudio son métodos específicos para recolectar y analizar datos, dentro de esta investigación exhaustiva se incluyen:

- **Encuestas estructuradas:** Se aplicarán encuestas a los trabajadores de las empresas de construcción para obtener información sobre su nivel de exposición a agentes químicos, el uso de medidas de protección, y su conocimiento sobre la seguridad química.
- **Entrevistas:** Se realizarán entrevistas a profundidad con supervisores y responsables de seguridad en las empresas para entender las políticas y prácticas de gestión de riesgos químicos.
- **Observación directa:** Se llevará a cabo la observación directa en los lugares de trabajo para evaluar las condiciones de uso de los agentes químicos y las prácticas de seguridad implementadas.
- **Monitoreo:** Se medirán las concentraciones de agentes químicos en el aire en diferentes puntos de las áreas de trabajo para evaluar los niveles de exposición real.

2.5 Herramientas de Investigación

Para la presente investigación se emplearán herramientas técnicas específicas y bajo protocolos estandarizados para asegurar una evaluación precisa y rigurosa de los riesgos químicos en el sector de la construcción de Machala. Las herramientas seleccionadas son:

- **Listas de verificación:** Utilizadas para registrar de manera ordenada y sistemática los riesgos químicos presentes en las empresas de construcción. Estas listas permitirán identificar de forma clara y detallada los agentes químicos y las condiciones de exposición en los diferentes lugares de trabajo.
- **Guía técnica del INSST:** Se aplicará la clasificación de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) para evaluar y prevenir los riesgos relacionados con los agentes químicos en los lugares de trabajo. Esta clasificación facilitará la categorización de los agentes químicos y la determinación de las medidas de control necesarias.
- **Software de análisis de datos:** Herramientas como Excel, la cual será empleada para tabulación de datos obtenidos en campo, facilitando así su procesamiento de información y permitiendo una interpretación más precisa y detallada de los riesgos químicos identificados.
- **Dispositivos de grabación y fotografía:** Para documentar entrevistas y condiciones de trabajo en el campo. Las grabadoras de voz serán utilizadas para registrar las entrevistas con los responsables de seguridad y los trabajadores, mientras que las cámaras servirán para documentar visualmente las prácticas de seguridad y las condiciones en los sitios de construcción.

2.6 Procedimiento

El procedimiento para la evaluación de riesgos químicos en las empresas del sector de la construcción en Machala se estructurará en varias etapas secuenciales, asegurando un enfoque sistemático y riguroso:

- **Etapas 1: Preparación y Planificación**

Revisión Bibliográfica: Realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica y normativa relacionada con la evaluación de riesgos químicos en el sector de la construcción.

Definición del Alcance: Determinar los objetivos específicos de la investigación, los agentes químicos a evaluar y los criterios de selección de las empresas participantes.

Elaboración de Instrumentos: Desarrollar y validar las listas de verificación, cuestionarios y otros instrumentos de recolección de datos necesarios para la investigación.

- **Etapa 2: Recolección de Datos**

Selección de Muestra: Identificar y seleccionar el número de personas adecuados a participar en el estudio de sus actividades laborales.

Visitas a Empresas: Realizar visitas in situ a la empresa seleccionada para recolectar datos.

Entrevistas: Realizar entrevistas estructuradas con los responsables de seguridad y salud ocupacional de la empresa, así como con los trabajadores expuestos a agentes químicos.

Observación Directa: Inspeccionar las áreas de trabajo y documentar las condiciones de exposición mediante fotografías y notas de campo.

- **Etapa 3: Análisis de Datos**

Tabulación y Codificación: Ingresar los datos recolectados en una base de datos estructurada y codificarlos para su análisis.

Análisis Estadístico: Utilizar software de análisis de datos como Excel para realizar análisis descriptivos y correlacionales de los datos.

Evaluación de Riesgos: Aplicar el método cualitativo simplificado de la INRS para evaluar los niveles de riesgo asociados con cada agente químico identificado.

- **Etapa 4: Interpretación y Documentación**

Interpretación de Resultados: Analizar los resultados del análisis de datos para identificar los principales riesgos químicos y las condiciones de exposición más críticas.

Desarrollo de Medidas de Control: Proponer medidas de control basadas en los resultados de la evaluación de riesgos, considerando tanto intervenciones técnicas como administrativas.

- **Etapa 5: Difusión y Aplicación de Resultados**

Presentación de Resultados: Presentar los resultados de la investigación a las empresas participantes y a las autoridades reguladoras pertinentes.

Implementación de Medidas de Control: Colaborar con las empresas para implementar las medidas de control recomendadas y realizar seguimiento de su efectividad.

2.7 Aplicación Metodológica

La aplicación metodológica en esta investigación seguirá un enfoque cualitativo, utilizando un diseño de campo para la recolección de datos directamente en el entorno de trabajo de las empresas de construcción en Machala. Las siguientes metodologías específicas se emplearán para la evaluación de los riesgos químicos:

2.7.1 Metodología Normativa. Para el desarrollo de este trabajo se utilizará la Normativa del INRS, la cual permite evaluar la exposición de los trabajadores por inhalación de agentes químicos con el fin de determinar si se respetan los valores límites ambientales (VLA) de exposición profesional y, por lo tanto, se garantiza su seguridad en un determinado centro de trabajo.

2.7.2 Fichas Técnicas. Una de las metodologías más eficientes al momento de contextualizar la exposición de trabajadores u obreros de una construcción, es mediante el estudio o la implementación de fichas técnicas, dado que, son documentos de carácter descriptivos en los cuales se pueden evidenciar las características del producto a utilizar, su composición, rendimiento, instrucciones de uso y aplicación.

Estas metodologías son útiles para realizar un diagnóstico inicial de la situación de riesgo químico, siendo posible finalizar la evaluación cuando el riesgo sea bajo.

Para el presente trabajo se analizaron las fichas técnicas de materiales de construcción, tales como: cemento, pintura de acabado de interiores, mortero para pegar cerámica, betoncryl-14

TABLA 2. Productos químicos utilizados en la construcción

Tipo de producto	Nombre comercial	Imagen del envase	Fase en la que se utiliza	Composición	Pictograma
Holcim Fuerte Eco Planet	Cemento	 <p>Fuente:³⁶</p>	Elaboración de morteros para mampostería: enlucido y pegado de bloques.	Este producto es una mezcla de Clinker de cemento Portland, yeso o Clinker tipo Portland, yeso y materiales puzolánicos ³⁷ .	 <p>Fuente:³⁸</p> <p>H315: Provoca irritación cutánea.</p> <p>H317: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.</p> <p>H318: Provoca lesiones oculares graves.</p> <p>H335: Puede irritar las vías respiratorias³⁸</p>

Tabla 1. (Continuación)





<p>Intervinil Antibacteri- al</p>	<p>Pintura para acabado de interiores</p>	 <p>Fuente:³⁹</p>	<p>Proteger y decorar paredes en ambientes interiores y exteriores³⁹.</p>	<p>Pintura en emulsión base agua (látex), base copolímeros acrílicos de acabado mate y terso³⁹</p>	 <p>Fuente:³⁹</p> <p>Puede irritar las vías respiratorias³⁹.</p>
<p>Bondex Plus Cerámica</p>	<p>Mortero para pegar cerámica</p>		<p>Pegar cerámica y otras piezas con absorción desde baja hasta media- alta, en pisos y paredes en interiores y exteriores⁴⁰.</p>	<p>Mortero adhesivo modificado con polímeros.</p>	 <p>Fuente:⁴⁰</p> <p>Puede producir irritación o quemaduras en ojos, piel y vías respiratorias. Use equipo de protección personal adecuado. Ventile el área de uso⁴⁰.</p>

Tabla 1. (Continuación)

<p>Betoncryn-14</p>	<p>Adhesivo acrílico para hormigones y morteros</p>		<p>Se usa principalmente en la reparación o parcheo de superficies de hormigón o mortero, unión de hormigones frescos a hormigones endurecidos, elaboración de morteros de alta adherencia para enlucidos⁴².</p>	<p>Adhesivo líquido a base de polímeros acrílicos especialmente diseñado para mejorar la adherencia en morteros y hormigones⁴.</p>	 <p>Nocivo en caso de ingestión, reacciones alérgicas en la piel durante exposición prolongada⁴¹.</p>
---------------------	-----------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 1. (Continuación)






Diluyente	Diluyente Universal		Adecuado para el desarrollo de productos según tipo.	formulado a base de solventes aromáticos y alifáticos	
Pegamento para tuberías	Pegamento de PVC		Suministro de agua, riegos, conducciones de gas, instalaciones industriales de tuberías y conducciones de desagües pluviales. Empleo específico en piscinas, sanitarios, tanto en instalaciones de PVC rígido y flexible.	Basado en una resina homopolímero de Policloruro de Vinilo (PVC) y tetrahidrofurano (THF) estabilizado	<p>NFPA</p>  <p>NCH 2190</p> 

Tabla 1. (Continuación)






Soldadura	Electrodo 6011		Es un tipo de electrodo para soldadura diseñado para soldar acero al carbono.	Tiene un revestimiento de celulosa que proporciona una fácil penetración en la soldadura.	Para almacenar los electrodos se sugiere que la temperatura debe permanecer por encima de los 30 grados y que la humedad relativa no supere el 50%.
Empaste exterior para paredes	Sika Monotop		En paredes exteriores de urbanizaciones, hoteles, escuelas, industrias, oficinas, etc.	mortero base de un solo componente para pinturas con excelente trabajabilidad, dejando un acabado liso de alta durabilidad.	 <p>H315 Provoca irritación cutánea. H318 Provoca lesiones oculares graves. H335 Puede irritar las vías respiratorias.</p>

Tabla 1. (Continuación)

<p>Empaste interior para paredes</p>	<p>Empaste</p>		<p>Recomendado para paredes interiores de hoteles, escuelas, industrias, viviendas, oficinas, etc.</p>	<p>Empaste para Interiores es una base acrílica para pinturas, dando como resultado un excelente acabado estético y decorativo.</p>	 <p>Si es inhalado: Trasládese a un espacio abierto. En caso de contacto con la piel: Quítese inmediatamente la ropa y zapatos contaminados. Eliminar lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos: Lavarse abundantemente los ojos con agua como medida de precaución. Retirar las lentillas.</p>
--------------------------------------	----------------	-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

2.7.2.1 *Ficha Técnica del cemento.* El tipo de cemento utilizado según la vigía en campo, data del denominado Holcim, el cual es un cemento hidráulico desarrollado con la más alta tecnología, innovación y reducción del 30% de emisiones de CO₂, cuenta con el sello de calidad INEN certificando un proceso de producción con altos estándares y calidad en estricto cumplimiento de la normativa vigente NTE INEN 2380:2011.³⁶

La Planta de producción de cemento, cuenta con la certificación internacional de abastecimiento responsable Concrete Sustainability Council nivel Gold, esto valida prácticas empresariales, de protección al ambiente y participación de la comunidad. Válido en los sistemas internacionales para evaluar la sostenibilidad de edificios: LEED, BREEAM y DGNB.³⁶

Figura 3. Datos técnicos del cemento Holcim

Datos técnicos

	INEN 2380	Valor referencial HOLCIM
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	0.8	0
Tiempo de fraguado, método de Vicat		
Inicial, no menos de, minutos	45	45
Inicial, no más de, minutos	420	151
Contenido de aire mortero, en volumen, %	---	4
Resistencia a la compresión, mínimo MPa		
1 día	---	---
3 días	13	17
7 días	20	22
28 días	28	30
Expansión en barras de mortero 14 días, % máx.	0.02	0.001
Resistencia a sulfatos, 6 meses	---	---

Fuente:³⁶

2.7.2.2 *Ficha técnica pintura de acabado de interiores.* Desde el enfoque cualitativo se pudo denotar que en el campo practico se hace uso de un tipo de pintura para los acabados

de interiores, dicha pintura cumple con las especificaciones técnicas de la Norma INEN 1544, la marca Pintuco resalta por su diversidad en el campo de la construcción.

Es una pintura en emulsión base agua (látex), fabricada a base de copolímeros acrílicos de acabado mate y terso. Alto rendimiento y cubrimiento, ideal para ambientes interiores y exteriores. Máxima lavabilidad, fácil de aplicar, contiene un ingrediente activo que elimina y evita la proliferación de bacterias, hongos y gérmenes en más de un 99% y su efecto antibacterial no se pierde al limpiar las paredes.³⁹

Figura 4. Especificaciones técnicas Intervinil

Propiedad	Valor	Unidad
Viscosidad	120 – 125	KU
Densidad	5,20 – 5,25	Kg / Gal
Cubrimiento	98 - 99	
Sólidos por volumen	40 - 42	%
Método de aplicación	Brocha / Pistola Rodillo / Airless	
Lavabilidad	Alta	
Rendimiento teórico (1 mil de espesor húmedo)	59 – 62	m2/ gal
Número de manos	2 a 3	
Tipo de dilución	Agua	
Norma INEN 1544	Tipo 1	

Fuente:³⁹

2.7.2.3 *Ficha técnica mortero*. El mortero para pegar cerámica es de suma importancia dentro de las fases de construcción, puesto que para garantizar que cumpla, se debe seleccionar una marca que sea acorde a los niveles de adecuamiento de cerámica, los datos de dosificación y rendimientos son susceptibles de variación debido a las condiciones particulares de cada construcción debido a que es modificado con polímeros, especialmente formulado para pegar cerámica y otras piezas con absorción desde baja hasta media-alta, en pisos y paredes en interiores y exteriores.⁴⁰

Figura 5. Datos técnicos varios (mortero)

Información Bondex® Plus Cerámica		Cumplimiento
Datos técnicos varios	Tiempo de reposo después de mezclado	5 min
	Tiempo de rectificación	20 min aprox.
	Vida en recipiente con tapa	> 120 min
	Tiempo para transitar	48 horas
	Tiempo para rellenar las juntas	48 horas

Fuente:⁴⁰

2.7.2.4 *Ficha técnica del betoncryl-14.* El Betoncryl-14 es un adhesivo líquido a base de polímeros acrílicos especialmente diseñado para mejorar la adherencia en morteros y hormigones.⁴²

Figura 6. Especificaciones del betoncryl-14

Betoncryl – 14 Adhesivo acrílico para hormigones y morteros.	
DESCRIPCION	Adhesivo líquido a base de polímeros acrílicos especialmente diseñado para mejorar la adherencia en morteros y hormigones.
DATOS TECNICOS	Densidad (g/cm ³): 1.0175 ± 0.0075 pH: 7 a 10 Líquido color blanco lechoso Cumple la norma ASTM C 1042-99 Cumple la norma ASTM C 1059, Tipo II.
USOS	<ul style="list-style-type: none"> • BETONCRYL-14 se usa principalmente en la reparación o parcheo de superficies de hormigón o mortero. • En la unión de hormigones frescos a hormigones endurecidos, NO ESTRUCTURALES. • En la elaboración de morteros de alta adherencia para enlucidos. • Reparación de superficies de rodamiento en puentes y carreteras. • Como sellador para superficies de arcilla, cemento, etc.

Fuente:⁴²

2.7.2.5 *Ficha técnica del diluyente.* Es un producto que puede ser utilizado, como diluyente de lacas, selladores y fondos de nitrocelulosa; esmaltes alquídicos, etc. Utilizar el diluyente de acuerdo a las recomendaciones de las etiquetas del producto a diluir.

Figura 7. Ficha técnica del Diluyente laca estándar DLS1

FICHA TÉCNICA		
DILUYENTE LACA ESTANDAR DLS1		
DILUYENTE LACA ESTANDAR DLS1		
DESCRIPCION: El DLS1 es un producto que puede ser utilizado, como diluyente de lacas, selladores y fondos de nitrocelulosa; esmaltes alquídicos, etc. Utilizar el diluyente de acuerdo a las recomendaciones de las etiquetas del producto a diluir.		
Características técnicas		
ESPECIFICACIONES	UNIDAD	RANGOS
Densidad @ 25 °C	gr./ml.	0.72 - 0.80
Solvente Activo	%	37 - 45
Tiempo de secado a temperatura ambiente	min.	16 - 27
Poder de dilución	Diluyente: Sellador - Laca	3:1 mínimo
Aspecto		Líquido cristalino
Olor		Característico

Fuente:³⁴

2.7.2.6 *Ficha técnica del pegamento PVC.* Adhesivo homologado (marcado CE) para sistemas canalización de materiales termoplásticos para uidos a presión hasta PN 16, en instalaciones para transporte/eliminación /almacenamiento de agua no destinada para el consumo humano. Apto para su empleo en conducciones de agua potab. le Adhesivo especial para aplicaciones en instalación de piscinas y bañeras de hidromasaje.

Figura 8. Ficha técnica del pegamento PVC.





Ficha Técnica 1500 1175 Pegamento de PVC

DESCRIPCIÓN
Adhesivo especialmente indicado uniones de tubos y accesorios de PVC rígido en sistemas con presión acorde con EN14814. Indicado especialmente para unir sistemasde tuberías y accesorios que cumplen las normas UNE EN 1452 y UNE EN 1329.
Adhesivo homologado (marcado CE) para sistemas canalización de materiales termoplásticos para fluidos a presión hasta PN 16, en instalaciones para transporte/eliminación /almacenamiento de agua no destinada para el consumo humano. Apto para su empleo en conducciones de agua potable
Adhesivo especial para aplicaciones en instalación de piscinas y bañeras de hidromasaje.

TIPO
Basado en una resina homopolímera de Policloruro de Vinilo (PVC) y tetrahidrofurano (THF) estabilizado

PROPIEDADES

- Consistencia de gel.
- Velocidad de fraguado rápida.
- Elevado índice de tixotropía, que evita el "descuelgue" en su aplicación.
- Actúa como auténtico soldador químico del PVC, debido a su composición.
- Fácil aplicación y no escurre ni forma "lágrimas" en el interior de los tubos encolados
- Las uniones encoladas presentan características de resistencia y envejecimiento comparables a las del PVC rígido.

Fuente:⁴²

2.7.2.7 *Empaste exterior.* Monotop Empaste Exterior es un mortero base de un solo componente para pinturas con excelente trabajabilidad, dejando un acabado liso de alta durabilidad.

Figura 9. Especificaciones de empaste exterior.



HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO
Sika MonoTop® Empaste Exterior

MOTERO BASE PARA LA REGULARIZACIÓN DE SUPERFICIES EXTERIORES PREVIO A LA APLICACIÓN DE PINTURAS.

<p>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</p> <p>Monotop Empaste Exterior es un mortero base de un solo componente para pinturas con excelente trabajabilidad, dejando un acabado liso de alta durabilidad.</p> <p>USOS</p> <p>En paredes exteriores de urbanizaciones, hoteles, escuelas, industrias, oficinas, etc.</p> <p>INFORMACION DEL PRODUCTO</p> <p>Empaques Saco de 20 kg, 18 kg y 10 kg.</p>	<p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es un mortero base previo a la pintura, resistente al agua y a la intemperie. • Se adhiere bien a la superficie y no se desprende por presencia de humedad. • Tiene buena cobertura y no entiza. • Cubre pequeñas fisuras. • Para su aplicación no necesita humedecer la superficie. • Evita el desprendimiento de la pintura.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente:⁴²

2.7.2.8 *Ficha técnica empaste interior.* Empaste para Interiores es una base acrílica para pinturas, dando como resultado un excelente acabado estético y decorativo.

Figura 10. Ficha técnica de empaste interior.



HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO
Empaste para Interiores

BASE PARA PINTURAS EN PAREDES INTERIORES

<p>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</p>	<p>Empaste para Interiores es una base acrílica para pinturas, dando como resultado un excelente acabado estético y decorativo.</p> <p>USOS</p> <p>Recomendado para paredes interiores de hoteles, escuelas, industrias, viviendas, oficinas, etc.</p> <p>VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es una base para pinturas en paredes interiores. • Se adhiere bien a la superficie y no se entiza una vez seco. • Cubre pequeñas fisuras. • Color estable. • No necesita humedecer la superficie. • Ahorro de tiempo en la aplicación. • Ahorro de pintura y alarga la vida del acabado. • Se obtienen acabados lisos. • Económico. <p>MODO DE EMPLEO</p> <p>Preparación de la superficie: La superficie debe estar limpia, sana y seca. En superficies nuevas deben esperar 7 días para su aplicación.</p> <p>Preparación del producto Diluya la resina (comp. A) con 4 partes de agua y utilice esta dilución como único líquido de amasado.</p>
----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente:⁴²

2.7.2.9 *Ficha técnica de la soldadura.* Electrodo con revestimiento celulósico. Algunas aplicaciones comprenden estructuras metálicas, caldererías, estanques, obras de construcción, tuberías, etc. Presenta alta velocidad de soldadura. Se utiliza en construcción y reparación de buques.

Figura 11. Ficha técnica de la soldadura.

ELECTRODO 230-S (AWS E-6011)

Ficha Técnica

Fecha de Descarga : 6 de Enero del 2014



Marca : INDURA
 Modelo : 230-S
 SAP : Varios
 Proceso :

	230-S (AWS E-6011) 3/32" 2.4mm 2000059
	230-S (AWS E-6011) 1/8" 3.2mm 2000060
	230-S (AWS E-6011) 5/32" 4.0mm 2000061
	230-S (AWS E-6011) 3/16" 4.8mm 2000062

Presentación

Procesos

Electrodo con revestimiento celulósico.
 Algunas aplicaciones comprenden estructuras metálicas, caldererías, estanques, obras de construcción, tuberías, etc.
 Presenta alta velocidad de soldadura.
 Se utiliza en construcción y reparación de buques

INDURA

Información Técnica

Composición Química Típica del Metal Depositado
 C 0.09%; Mn 0.51%; Si 0.29%; P 0.013%; S 0.012%

Hojas de Seguridad y Otros Archivos

Ficha Técnica INDURA 230-S

Fuente:⁴²

2.8 Evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por la inhalación de agentes químicos (Método INRS).

Para llevar a cabo esta evaluación es necesario implementar la Nota Técnica de prevención (NTP 937), debido a su serie de modificaciones con respecto al método original del INRS que pretenden que la evaluación sea más completa, es decir, que se realice en base a un mayor número de variables, sin aumentar por ello la complejidad de la misma.³⁰

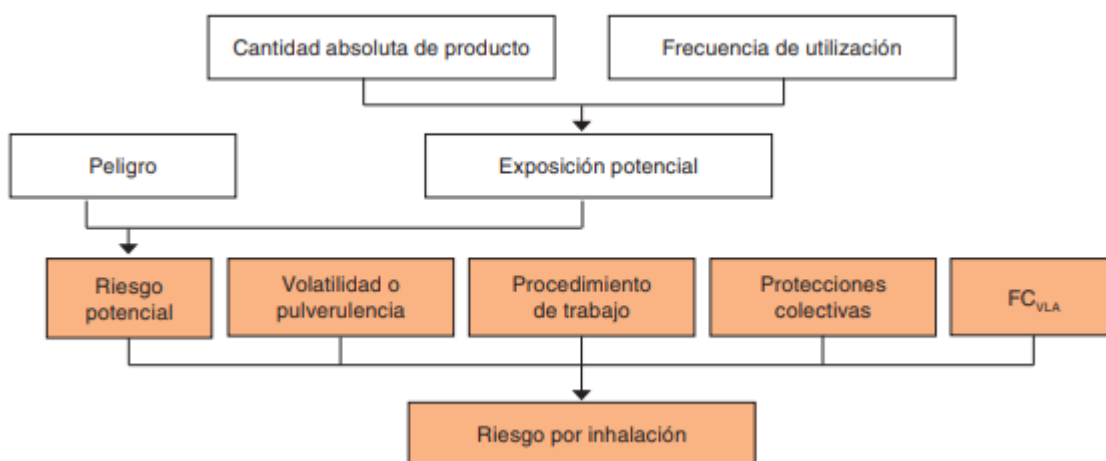
La evaluación simplificada del riesgo por inhalación de agentes químicos que se propone se realiza a partir de las siguientes variables.³⁰

- Riesgo potencial.
- Propiedades físico-químicas (la volatilidad o la pulverulencia, según el estado físico)
- Procedimiento de trabajo.

- Medios de protección colectiva (ventilación).
- Un factor de corrección (FC_{VLA}), cuando el valor límite ambiental (VLA) del agente químico sea muy pequeño, inferior a $0,1 \text{ mg/m}^3$.

Para cada variable se establecen unas clases y una puntuación asociada a cada clase, la puntuación del riesgo se hace a partir de la puntuación obtenida para estas cuatro variables y el factor de corrección que sea aplicable.³⁰ El esquema a seguir se encuentra en la figura 12.

Figura 12. Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación.



Fuente:³⁰

Originalmente el INRS considera el peligro del agente químico en lugar de su riesgo potencial, sin embargo, en este proceso únicamente se evaluará el riesgo por inhalación empleando así la variable de riesgo potencial (Frase R), la cual engloba peligro (Frase H, por su inglés Hazard), cantidad absoluta y su frecuencia de uso.³⁰

Además, se ha introducido un factor de corrección en función del VLA, que no se utilizaba en el procedimiento del INRS, para los agentes químicos que tienen un VLA muy bajo, inferior a $0,1 \text{ mg/m}^3$, ya que en estos casos es fácil que se llegue a alcanzar en el ambiente una concentración próxima al valor de referencia, aunque su tendencia a pasar al ambiente sea baja, pudiéndose subestimar el riesgo.³⁰

2.8.1 *Determinación del riesgo potencial.* En función de las clases R y H, el cálculo del riesgo potencial se hace a partir del peligro, la cantidad absoluta de agente químico y la frecuencia de utilización, siendo este esquema es similar al utilizado por el INRS para la jerarquización de riesgos, con la diferencia de que aquí las cantidades que se utilizan son absolutas.³⁰

Figura 13. Clases de peligros basados en frases R y H

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m ³ ⁽¹⁾	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	> 100	
2	R37 R36/37, R37/38, R36/37/38 R67	H335 H336	> 10 ≤ 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito Material de construcción / Talco Cemento / Composites Madera de combustión tratada Soldadura Metales-Plásticos Material vegetal-animal
3	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304 H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071	> 1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muelas Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R40, R42 R42/43 R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25 R60, R61, R68	H331 H334 H341 H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370 H372 EUH029 EUH031	> 0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26, R26/27, R26/28, R26/27/28 R32, R39 R39/26 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H330 H340 H350 H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto ⁽²⁾ y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina ⁽³⁾ (combustible) Vulcanización Maderas duras y derivados ⁽⁴⁾
<p>(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10 (2) Posee legislación específica y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno. (3) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente. (4) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno.</p>				

Fuente:³⁰

2.8.1.1 *Clase de peligro*. Dentro de las asignaciones de clase de peligro que caracterizan a los productos, sustancias o mezclas, es necesario poder conocer sus frases R o H, sin embargo, cuando estos no tienen asignadas dichas frases, la atribución a una clase de peligro u otra se puede hacer a partir de los VLA expresados en mg/m³, dando preferencia a los valores límite de larga duración frente a los de corta duración.³⁰

A su vez, si tampoco existe un valor límite ambiental (VLA) se expresan las siguientes condiciones:

- Si se trata de una sustancia, se le asigna la clase de peligro 1.
- Si se trata de una mezcla o preparado comercial, se le asigna la clase de peligro 1.
- Si son mezclas no comerciales que vayan a ser empleadas en la misma empresa en otros procesos, se utilizarán las frases R o H de los componentes. Para no sobreestimar el riesgo se deben tener en cuenta las concentraciones de los componentes, tal y como se hace para las mezclas comerciales.

Si los materiales no se encuentran sujetos a la normativa de etiquetado, como, por ejemplo: la madera, las aleaciones, los electrodos; la clase de peligro se mide en función del agente químico que estos emiten durante su proceso de utilización,³⁰ siendo así que el peligro se atribuye a partir de la última columna de la figura 13.

2.8.1.2 *Clase de cantidad*. Es necesario conocer a qué clase de cantidad se le atribuye el valor correspondiente a lo utilizado por día, el motivo de que se utilice la cantidad absoluta en lugar de la relativa es porque no se pretende jerarquizar el riesgo potencial, sino obtener una estimación semicuantitativa.³⁰

Figura 14. Clase de cantidad en base a lo utilizado por día

Clase de cantidad	Cantidad/día
1	< 100 g ó ml
2	≥ 100 g ó ml y < 10 Kg ó l
3	≥ 10 y < 100 Kg ó l
4	≥ 100 y < 1000 Kg ó l
5	≥ 1000 Kg ó l

Fuente:³⁰

2.8.1.3 *Clase de frecuencia.* Esta clase nos permite conocer el periodo de utilización que tienen los agentes químicos dentro del área donde se emplean, dicha frecuencia puede venir establecida por periodos de tiempo tales como días, semanas, meses o años según corresponda su utilización.

Figura 15. Frecuencia de utilización de los agentes químicos

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30'	> 30 - ≤ 120'	> 2 - ≤ 6 h	> 6 horas
Semana	≤ 2 h	> 2-8 h	1-3 días	> 3 días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
Año	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	> 2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
Clase →	1	2	3	4
0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más.				

Fuente:³⁰

2.8.1.4 *Clase de exposición potencial.* Para determinar a qué clase de exposición potencial pertenecen los agentes químicos, relacionamos de manera directa a la clase de cantidad (figura 14) con la clase de frecuencia (figura 15) que presentan los agentes químicos.

Figura 16. Determinación de la clase de exposición potencial

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	Clase de frecuencia

Fuente:³⁰

De manera que si nos basamos en la mayor clase de cantidad (5 = 1000 kg o L) y la mayor clase de frecuencia (4 = Permanente), obtendremos como resultado una exposición potencial de 5, comprendiendo que abarcaría la mayor clase.³⁰

2.8.1.5 *Clase de riesgo potencial.* Se determina el riesgo potencial de un agente químico siguiendo la relación establecida a partir de la clase de exposición potencial (figura 16) y la clase de peligro (figura 13).

Figura 17. Clases de riesgo potencial

Clase de exposición potencial						
5	2	3	4	5	5	
4	1	2	3	4	5	
3	1	2	3	4	5	
2	1	1	2	3	4	
1	1	1	2	3	4	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

Fuente:³⁰

De tal manera que si asociamos una relación de la mayor clase de exposición potencial (5) con una mayor clase de peligro (5), obtenemos un riesgo potencial de 5, siendo este un riesgo mayor.

2.8.1.6 *Puntuación del riesgo potencial.* Una vez que se establece el valor de cada clase de riesgo potencial, este se puntúa de acuerdo a su clase.

Figura 18. Puntuación correspondiente a cada clase de riesgo potencial

Clase de riesgo potencial	Puntuación de riesgo potencial
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Fuente: ³⁰

Estableciendo así lo siguiente: a mayor clase de riesgo de potencial, mayor será su puntuación de riesgo.

2.8.2 *Determinación de la volatilidad o pulverulencia.* La volatilidad de un agente químico se establece en función a su estado físico, cuando pasa al ambiente, para los sólidos existen tres clases de pulverulencia, cuando los agentes están en estado líquido poseen también tres tipos de volatilidad, esto en función de factores como la temperatura de ebullición y de utilización del agente químico.

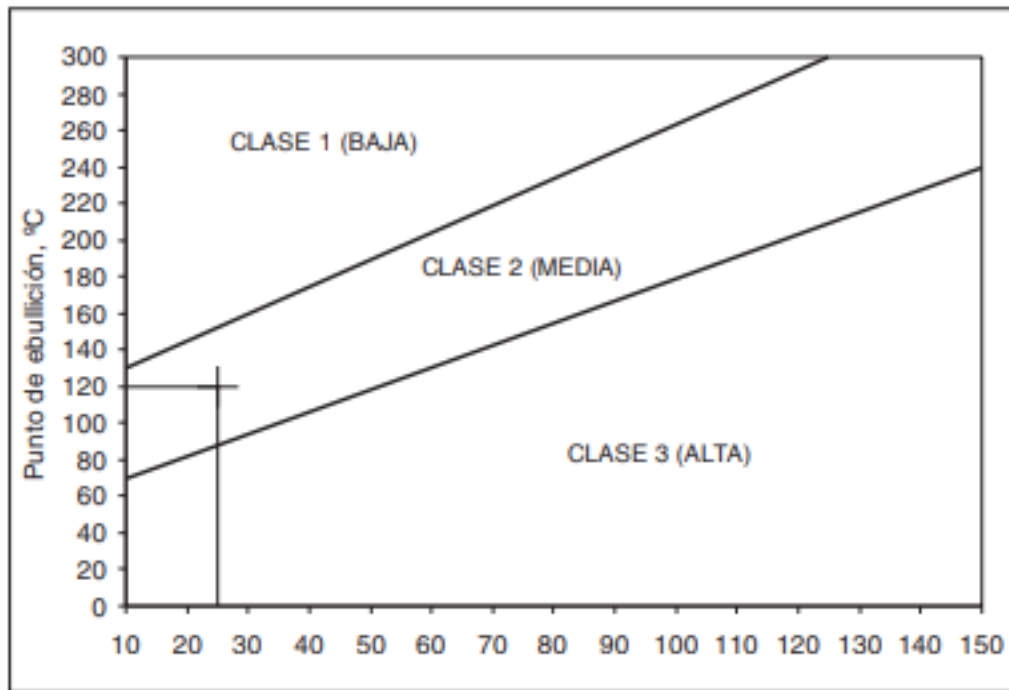
Sin embargo, si existen dudas se optará siempre por la categoría mayor, para tomar la opción más desfavorable, de igual manera si todo procedimiento se desarrolla a diferentes temperaturas, se debe tomar a la mayor temperatura para calcular su volatilidad.³⁰

Figura 19. Clases de pulverulencia para material sólido

Descripción del material sólido	Clase de pulverulencia
Material en forma de polvo fino, formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (p.e. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...).	3
Material en forma de polvo en grano (1-2 mm). El polvo sedimenta rápido en la manipulación (p.e. azúcar consistente cristalizada).	2
Material en pastillas, granulado, escamas (varios mm o 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en la manipulación.	1

Fuente:³⁰

Figura 20. Clases de volatilidad para materiales líquidos



Fuente:³⁰

Cuando se traten de gases, humos, sólidos o líquidos en suspensión líquida que se utilicen en operaciones de spraying (pulverización) se les otorga de manera directa la clase 3.³⁰

De igual manera cuando tratamos con mezclas comerciales, se toma como punto de ebullición a lo informado previamente en la ficha de datos de seguridad (FDS), pero si da un intervalo de destilación, se tomará a la de la temperatura más baja; En el caso de disoluciones, se toma como punto de ebullición el que se indique en la FDS. Si no se indicase, se puede tomar como punto de ebullición, el del disolvente.³⁰

2.8.2.1 Volatilidades en tratamientos químicos más utilizadas. Existen diferentes valores para las volatilidades en los tratamientos químicos de superficie y baños electrolíticos más usuales, es necesario conocer estos valores para determinar a qué clase pertenecen y posterior a ello que puntuación obtendrán.³⁰

Figura 21. Volatilidades para procesos y tipos de tratamientos químicos

Proceso	Tipo	Componentes	Temperatura de trabajo	Volatilidad
Electrolisis cianurada	Cinc	Cloruro de cinc	20-50 ° C	1
Desengrase	Alcalino	Sales alcalinas de sodio	60-75 ° C 75-95 ° C	1 2
Decapado	Cobre	Ácido sulfúrico	50-70 ° C 70-85 ° C	1 2
Electropulido	Acero inoxidable	Ácido sulfúrico fosfórico	20-60 ° C 60-80 ° C	1 2
Electrolisis cianurada	Cadmio y cobre	Sales de cianuro e hidróxido sódico	45-70 ° C	1
Electrolisis ácida	Cinc	Cloruro de cinc	20-50 ° C	1
Desengrase	Disolventes clorados	Tricloroetileno y percloroetileno	85-120 ° C	2
Decapado	Aluminio	Crómico y sulfúrico Hidróxido sódico	60 ° C 60 ° C	2
Electrolisis ácida	Níquel	Sulfato de níquel	20-35 ° C	2
Decapado	Aluminio	Ácido nítrico	20-30 ° C	3
Decapado	Hierro y acero	Ácido clorhídrico	20 ° C	3
Electrolisis ácida	Cromo	Ácido crómico	30-60 ° C	3
Tratamiento superficie	Anodizado de aluminio	Ácido crómico y sulfúrico	35 ° C	3

Fuente:³⁰

2.8.2.2 *Puntuación de volatilidad o pulverulencia.* La clase de volatilidad o pulverulencia asignada a cada agente químico se puntúa bajo el siguiente criterio.

Figura 22. Puntuación de volatilidad o pulverulencia


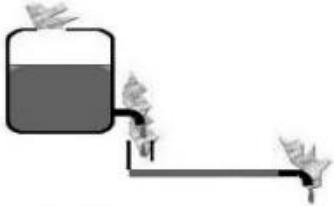
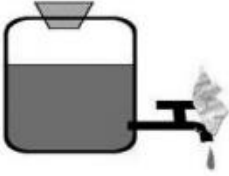
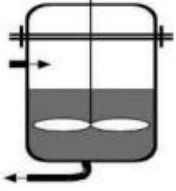
Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

Fuente:³⁰

De manera que según lo establecido las clases más altas tendrán mayor puntuación.

2.8.3 *Determinación de procedimiento de trabajo.* Uno de los parámetros a considerarse en la evaluación es el procedimiento de uso del agente químico nocivo, siendo el caso, la figura 18 nos exhibe algunos ejemplos de estos sistemas de uso, también el criterio para asignar clase del promedio y a su vez su puntuación asignada.³⁰

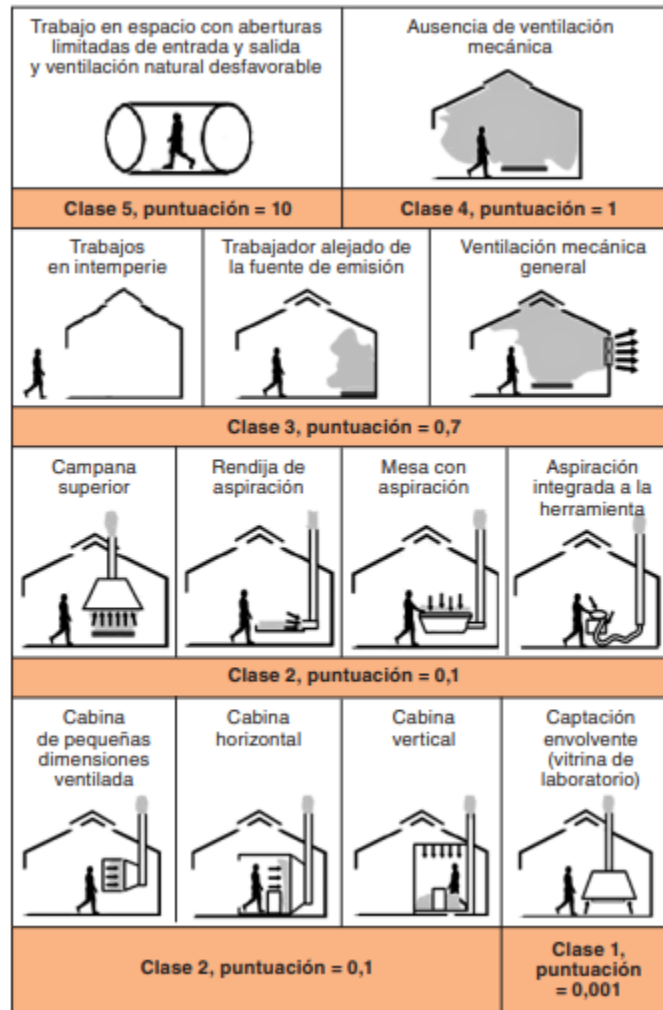
Figura 23. Clase de procedimiento y puntuación asignada.

Dispersivo	Abierto	Cerrado/ abierto regularmente	Cerrado permanente
 <p>Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)</p>	 <p>Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...). Manejo y vigilancia de máquinas de impresión...</p>	 <p>Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...</p>	 <p>Ejemplos: Reactor químico.</p>
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
Puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,001

Fuente:³⁰

2.8.4 *Determinación de la protección colectiva.* Se establecen un total estimado de cinco clases para la determinación de la protección colectiva, las cuales reciben una puntuación específica dadas las condiciones para cada clase, siendo que la clase cinco obtiene una mayor puntuación,³⁰ todo esto se puede denotar en lo indicado en la figura 19.

Figura 24. Clases de protección colectiva y sus puntuaciones



Fuente: ³⁰

2.8.5 *Factor de corrección en función del valor límite ambiental (FCVLA)*. Es necesario aplicar un factor corrección, debido a que se podría subestimar el riesgo cuando se aplica a sustancias que tienen un valor límite muy bajo, ya que es fácil que se llegue a alcanzar en el ambiente una concentración próxima al valor de referencia, aunque su tendencia a pasar al ambiente sea baja.³⁰

Por este motivo se hace necesario aplicar un factor de corrección en función de la magnitud del VLA, en mg/m^3 , en la figura 20, se dan los valores de estos FC_{VLA} , en el caso de que el compuesto tenga VLA.³⁰

Pero si el caso manifiesta que el compuesto no tiene VLA, se considerará que este FC_{VLA} es igual a 1.

Figura 25. Valor límite ambiental y su valor de factor de corrección

VLA	FC _{VLA}
VLA > 0,1	1
0,01 < VLA ≤ 0,1	10
0,001 < VLA ≤ 0,01	30
VLA ≤ 0,001	100

Fuente:³⁰

2.9 Cálculo de la puntuación por riesgo de inhalación.

Una vez que se han determinado las clases de riesgo potencial, de volatilidad, de procedimiento y de protección colectiva y que se han puntuado de acuerdo a los criterios anteriormente indicados, se calcula la puntuación del riesgo por inhalación (P_{inh}) aplicando la siguiente fórmula.³⁰

Ecuación 1. Cálculo del riesgo por inhalación

$$P_{inh} = P_{riesgo\ pot} * P_{volatilidad} * P_{procedimiento} * P_{protec\ colectiva} * FC_{VLA} \quad (1)$$

Fuente:³⁰

Con el valor obtenido haciendo uso de la ecuación del cálculo del riesgo por inhalación, se van a caracterizar los riesgos de acuerdo a la figura 12.

Figura 26. Caracterización del riesgo por inhalación

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Fuente:³⁰

En el caso de riesgo moderado, se puede optar por implantar medidas de control adecuadas, o corregir las existentes, y volver a aplicar este procedimiento para ver si se ha logrado reducir el riesgo o, continuar la evaluación para decidir si son necesarias medidas adicionales y mediciones periódicas. De cualquier forma, habrá que comprobar periódicamente el buen funcionamiento de las medidas de control.³⁰

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se llevarán a cabo los diferentes resultados obtenidos en la parte experimental y a su vez las respectivas discusiones de los mismos con el fin de aclarar los resultados obtenidos en este apartado.

3.1 Cálculo del riesgo potencial

El riesgo potencial es la primera variable que se procedió a calcular para determinar el riesgo por inhalación al cual se encuentran expuestos los obreros en el sector de la construcción. Para la determinación de esta variable, primero se debe determinar la clase de peligro, la exposición potencial, la frecuencia de utilización y la cantidad absoluta de cada producto utilizado en las tareas que ejecutan los trabajadores.

3.1.1 Obtención de la clase de peligro. Como se detalló en la sección anterior, la obtención de la clase de peligro se la determinó en base a lo establecido en la NTP 937 y de acuerdo a la tabla que se detalla en este trabajo en la figura 13.

La identificación de los productos químicos que se utilizan en cada una de las actividades que desarrollan los trabajadores del sector de la construcción se la realizó mediante un recorrido in situ de una obra en desarrollo la cual se ejecuta en la ciudad de Machala.

Durante el recorrido a más de observar las actividades desarrolladas y tomar apuntes de otros datos importantes, se entrevistó a cada uno de los trabajadores para verificar de propia fuente cuales son los productos que se utilizan durante sus jornadas de trabajo. En la tabla 2 se describen los productos químicos identificados durante el recorrido y también se presenta las fichas técnicas de cada uno de ellos.

A continuación, en la tabla 3 se muestra la clase de peligro identificado para cada uno de los productos reconocidos durante el recorrido in situ.

TABLA 3. Materiales determinantes a la clase de peligro

PRODUCTO	FRASES R O H	CLASE DE PELIGRO
CEMENTO	H335 y H336	2
PINTURA	H373	3
BONDEX	H335	2
BENTOCRYL	H351	4
DILUYENTE	H304	3
PEGAMENTO PVC	H335	2
EMPASTE EXTERIOR	H335	2
EMPASTE INTERIOR	H335	2
SOLDADURA	H332	3

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestran los resultados de la clase de peligro de los diferentes materiales que se utilizan en el desarrollo de las actividades del sector de la construcción. La determinación de la clase de peligro de cada producto se la realizó en base a la frase R o frase H los cuales expresan el tipo y la intensidad de peligro de una sustancia. Estas frases fueron identificadas en la ficha de seguridad de cada producto la misma que se obtuvo mediante búsqueda bibliográfica.

En la tabla se puede verificar que el cemento tiene una frase H335 y H336 lo que corresponde a una clase de peligro 2 de acuerdo a la figura 13 obtenida de la guía NTP 937, al igual que el bondex, los empastes exterior e interior y el pegamento para tuberías. El diluyente tiene una frase H304 por lo que su clase de peligro es 3; al igual que la soldadura y la pintura. El bentocryl el cual es un adhesivo acrílico elastómero tiene una frase H351 por lo que su clase de peligro es 4.

3.1.2 Obtención de la clase de cantidad. La clase de cantidad se determinó de igual manera con la visita de campo realizada consultando directamente a las personas que entran en contacto directo con las sustancias que utilizan para el desarrollo de sus actividades diarias, mediante la aplicación de una encuesta que se encuentra en el anexo E. Con esto se determinó la cantidad de material utilizado diariamente por los trabajadores en la construcción para el desarrollo de sus actividades.

En la figura 14 se puede observar la escala de clasificación que otorga la norma NTP 937 de la clase de cantidad en función de las cantidades utilizadas por día tanto de sustancias líquidas o sólidas.

Así mismo, en la siguiente tabla se muestra la cantidad de material (kg o L) diaria utilizada en las diferentes actividades que realizan los trabajadores del área de la construcción, con base a los datos obtenidos a partir de la aplicación directa de una encuesta, la cual permitió identificar la clase de cantidad a la que se encuentran expuestos por inhalación al contacto con agentes químicos.

TABLA 4. Cantidades de producto utilizada por día en actividades de la construcción

PRODUCTO	CANTIDAD DE UTILIZACIÓN DE EL PRODUCTO AL DIA	CLASE DE CANTIDAD
CEMENTO	80 a 90 Kg	3
PINTURA	50 litros	3
BONDEX	50 kg	3
BENTOCRYL	15 litros	3
DILUYENTE	2 litros	2
PEGAMENTO PVC	1 litro	2
EMPASTE EXTERIOR	40 kg	3
EMPASTE INTERIOR	40 kg	3
SOLDADURA	5 kg	2

Fuente: Elaboración propia

En los resultados se puede apreciar que el cemento, pintura, bondex, bentocryl y los empastes tienen una clase de cantidad de 3, debido a que las cantidades diarias utilizadas de estos materiales están dentro del rango $\geq 10 < 100$ kg o L; por otra parte, se determinó que materiales como el diluyente, el pegamento PVC y la soldadura tienen una clase de cantidad 2 debido a que las cantidades diarias utilizadas de estos materiales están dentro del rango ≥ 100 g o mL < 10 kg o L.

3.1.3 *Obtención de clase de frecuencia.* Este valor se determinó de acuerdo a lo establecido en la figura 15. Mediante la encuesta se logró determinar cuál es la frecuencia con la que los trabajadores utilizan cada uno de los productos en sus actividades. El valor de la clase de frecuencia se obtiene de acuerdo a la frecuencia de utilización de cualquier producto (día, semana, mes o año) y en rangos de uso (ocasional, intermitente, frecuente y permanente). A continuación, en la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos de la determinación de la frecuencia de utilización de los productos.

TABLA 5. Obtención de clase de frecuencia de utilización

PRODUCTO	FRECUENCIA DE UTILIZACIÓN DE EL PRODUCTO	CLASE FRECUENCIA
CEMENTO	2 a 6 horas al día	3
PINTURA	Mas de 6 horas al día	4
BONDEX	Mas de 6 horas al día	4
BENTOCRYL	Mas de 6 horas al día	4
DILUYENTE	4 horas al día	3
PEGAMENTO PVC	Mas de 6 horas al día	4
EMPASTE EXTERIOR	Mas de 6 horas al día	4
EMPASTE INTERIOR	Mas de 6 horas al día	4
SOLDADURA	4 horas al día	3

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados se puede observar que los trabajadores están en contacto con el cemento, diluyente y soldadura de 2 a 6 horas al día por lo que le corresponde un valor de clase de frecuencia de 3. Por otra parte, otro grupo de trabajadores están en contacto con la pintura, el bondex, el bentocryl, el pegamento de PVC, el empaste exterior e interior más de 6 horas al día por lo que le corresponde un valor de clase de frecuencia de 4.

3.1.4 *Obtención de clase de exposición potencial.* Para determinar este valor, se tiene que hacer relación entre el valor de la clase de cantidad y el valor de la clase de frecuencia determinados anteriormente. En la figura 16 se puede apreciar la tabla que relaciona estas dos variables y da como resultado la clase de exposición potencial a la que puede estar expuesto un trabajador.

TABLA 6. Determinación de la clase de exposición potencial

PRODUCTO	CLASE DE CANTIDAD	CLASE DE FRECUENCIA	CLASE DE EXPOSICIÓN POTENCIAL
CEMENTO	3	3	3
PINTURA	3	4	4
BONDEX	3	4	4
BENTOCRYL	3	4	4
DILUYENTE	2	3	2
PEGAMENTO PVC	2	4	2
EMPASTE EXTERIOR	3	4	4
EMPASTE INTERIOR	3	4	4
SOLDADURA	2	3	2

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados reflejan una clase de exposición potencial alta con valor de 4 para la pintura, bondex, bentocryl y empastes esto debido principalmente a que la frecuencia de uso de estos productos es alta. Por otro lado, vemos que para el cemento la clase de exposición potencial da como resultado un valor de 3 y para el diluyente, pegamento de pvc y soldadura el valor de la clase de exposición potencial es 2 porque las cantidades que usan los trabajadores durante las jornadas de trabajo es menor.

3.1.5 *Obtención de clase de riesgo potencial.* El valor de la variable de riesgo potencial de cada producto se la obtiene mediante la relación del valor de la clase de exposición potencial y la clase de peligro de cada producto de acuerdo a su frase H o R. Para determinar este valor utilizamos la figura 17 que se encuentra descrita en la metodología.

TABLA 7. Determinación del valor de clase de riesgo potencial

PRODUCTO	CLASE DE EXPOSICIÓN POTENCIAL	CLASE DE PELIGRO	CLASE DE RIESGO POTENCIAL
CEMENTO	3	2	2
PINTURA	4	3	3
BONDEX	4	2	2
BENTOCRYL	4	4	4
DILUYENTE	2	3	2
PEGAMENTO PVC	2	2	1
EMPASTE EXTERIOR	4	2	2
EMPASTE INTERIOR	4	2	2
SOLDADURA	2	3	2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se puede observar que el pegamento PVC es el producto que tiene el riesgo potencial más bajo debido a su clase de peligro y exposición potencial bajos. Por otra parte, se puede apreciar que el cemento, el bondex, el diluyente, la soldadura y los empastes tienen un riesgo de potencial 2. La pintura es el único producto que tiene un riesgo potencial de 3 mientras que el bentocryl es el producto con el riesgo potencial más alto debido principalmente a sus valores altos de clase de peligro y exposición potencial.

3.1.6 *Obtención de la puntuación del riesgo potencial.* Esta puntuación se la obtiene a partir de la clase de riesgo potencial obtenida para cada producto y sus valores se pueden observar en la figura 18.

Tabla 8. Puntuación del riesgo potencial

PRODUCTO	CLASE DE RIESGO POTENCIAL	PUNTUACIÓN DE RIESGO POTENCIAL
CEMENTO	2	10
PINTURA	3	100
BONDEX	2	10
BENTOCRYL	4	1.000
DILUYENTE	2	10
PEGAMENTO PVC	1	1
EMPASTE EXTERIOR	2	10
EMPASTE INTERIOR	2	10
SOLDADURA	2	10

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos reflejados en la tabla 8, se puede observar que la puntuación de riesgo más baja es para el pegamento PVC con una puntuación de 1; mientras que la más alta es para el bentocryl con un valor de 1000 puntos. Estos valores son establecidos por la norma NTP 937 en base al método de evaluación de la INRS.

3.2 Cálculo de la volatilidad o pulverulencia.

En este apartado se detalla cómo se ha logrado obtener el cálculo de la volatilidad o pulverulencia que existe en el área donde el operario desarrolla su jornada de trabajo diariamente. La determinación de la clase de pulverulencia se realiza dependiendo del estado físico del producto que el trabajador está utilizando. A continuación, se va a describir el procedimiento para determinar la clase de pulverulencia de los materiales sólidos y líquidos identificados durante las jornadas de trabajo en la obra en estudio.

3.2.1 Obtención del valor de la clase de pulverulencia para material sólido. Para determinar la clase de pulverulencia de materiales sólidos en primer lugar se procedió a identificar todos los materiales que tienen este estado físico y que son utilizados en las jornadas diarias de trabajo.

Luego de haber identificado los materiales, se procedió a calificar la clase de pulverulencia de acuerdo a la descripción del material sólido realizada en la figura 19, obteniendo los resultados que se muestran en la siguiente tabla 9.

TABLA 9. Clase de pulverulencia para sólidos

PRODUCTO	CLASE DE PULVERULENCIA
CEMENTO	3
BONDEX	3
EMPASTE EXTERIOR	3
EMPASTE INTERIOR	3

Fuente: Elaboración propia

La clase de pulverulencia 3 ha sido seleccionada para todos los materiales sólidos enlistados en la tabla 9 debido a que todos presentan las mismas características de material de polvo fino como harinas o cementos que se describen en la NTP 937.

3.2.2 Establecimiento de clases de volatilidad de material líquido. Para la determinación de la clase de volatilidad de materiales líquidos se aplica un método distinto. Esta determinación se la realiza en base a dos factores; el primero es el punto de ebullición del material y el segundo factor es la temperatura de utilización. En base a estos dos factores se obtiene la clase de volatilidad del producto líquido, la cual se clasifica en clase 1 (alta), clase 2 (media), clase 3 (baja).

TABLA 10. Datos para calcular la clase de volatilidad en líquidos

PRODUCTO	PUNTO DE EBULLICIÓN	TEMPERATURA DE UTILIZACIÓN	CLASE DE VOLATILIDAD
PINTURA	141 °C		2
BENTOCRYL	200 °C		1
DILUYENTE	136 °C	30 °C	2
PEGAMENTO PVC	65 °C		3
SOLDADURA	*		3

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 10, la temperatura de utilización de los productos en cada área de trabajo es la misma, mientras que la temperatura del punto de ebullición varía dependiendo del producto. Como resultados tenemos que la clase de volatilidad varía dependiendo a este factor y para el bentocryl se determinó una clase de volatilidad 1, para la pintura y diluyente una clase de volatilidad 2 y para el pegamento PVC la clase 3. Para la soldadura es un caso especial ya que la norma NTP 937 establece que para gases o humos siempre se asigna una clase de volatilidad 3.

3.2.2 *Obtención de la puntuación de la volatilidad o pulverulencia.* Con el valor determinado de la clase de volatilidad para líquidos y la clase de pulverulencia para sólidos se procede a obtener la puntuación de volatilidad o pulverulencia para cada uno de los productos analizados. Estos valores se presentan a continuación en la tabla 11.

TABLA 11. Puntuación de volatilidad o pulverulencia

PRODUCTO	CLASE VOLATILIDAD O PULVERANCIA	PUNTUACIÓN
CEMENTO	3	100
PINTURA	2	10
BONDEX	3	100
BENTOCRYL	1	1
DILUYENTE	2	10
PEGAMENTO PVC	3	100
EMPASTE EXTERIOR	3	100
EMPASTE INTERIOR	3	100
SOLDADURA	3	100

Fuente: Elaboración propia

En los resultados se puede apreciar que el bentocryl es el producto con puntuación de volatilidad más baja; seguido de la pintura y diluyente; mientras que todos los materiales en estado sólido tienen la puntuación máxima de 100 y de los materiales en estado líquido encontramos con valores máximos al pegamento y la soldadura.

3.3 Cálculo del procedimiento de trabajo

Para la determinación de la clase de procedimiento de trabajo se procedió a observar las imágenes de la figura 23 y en base a esas ilustraciones y a la descripción de los ejemplos de cada una de ellas se procedió a seleccionar la clase de trabajo para cada producto.

TABLA 12. Puntuación asignada al procedimiento de trabajo

PRODUCTO	CLASE DE PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	PUNTUACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
CEMENTO	4	1
PINTURA	3	0.5
BONDEX	4	1
BENTOCRYL	3	0.5
DILUYENTE	3	0.5
PEGAMENTO PVC	3	0.5
EMPASTE EXTERIOR	4	1
EMPASTE INTERIOR	4	1
SOLDADURA	4	1

Fuente: Elaboración propia.

La selección de la clase de procedimiento de trabajo utilizada para cada producto se la realizó en base a lo observado durante la visita in situ realizada a la empresa constructora. Además, la descripción realizada en la norma NTP 937 permite inferir que los materiales sólidos y la soldadura tienen una clase de procedimiento 4 mientras que todos los materiales líquidos tienen una clase de procedimiento 3. En base a la clase de procedimiento seleccionada se obtuvo el valor de la puntuación de procedimiento el cual se refleja en la tabla 12.

3.4 Cálculo de la protección colectiva

La determinación de la clase de protección colectiva se la realiza en base a lo establecido en la figura 24.

El factor principal que la norma NTP 937 establece para definir las categorías de protección colectiva es el tipo de ventilación que existe en el lugar de trabajo donde se desarrolla la actividad con el agente químico. Hay 5 clases de protección colectiva y a cada una se le asigna una puntuación tal como se observa en la figura 24.

TABLA 13. Puntuación de la clase de protección colectiva

PRODUCTO	CLASE	PUNTUACIÓN COLECTIVA
CEMENTO	3	0.7
PINTURA	4	1
BONDEX	3	0.7
BENTOCRYL	3	0.7
DILUYENTE	3	0.7
PEGAMENTO PVC	3	0.7
EMPASTE EXTERIOR	3	0.7
EMPASTE INTERIOR	4	1
SOLDADURA	3	0.7

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 13, para el cemento, bondex, bentocryl, diluyente, pegamento PVC, empaste exterior y soldadura se ha asignado una clase de protección colectiva 3 debido a que los trabajos realizados con el uso de estos productos son ejecutados a la intemperie o alejados de la fuente de emisión. Para el caso de la pintura y el empaste interior se ha asignado una clase de protección colectiva 4 debido a que estos trabajos se realizan con mucha más cercanía a la fuente del agente químico. En base a estas clases de protección colectiva, se asigna la puntuación recomendada por la NTP 937.

3.5 Cálculo del factor de corrección en función de los valores límites ambientales

Esta variable se determina en función de la magnitud del valor límite ambiental (VLA) de cada producto analizado durante el estudio. El valor del VLA se obtiene de acuerdo a la clase de peligro de cada producto la cual a su vez depende de la clase de peligro del mismo y se puede observar en la figura 13.

Luego de determinar el VLA para cada producto se procede a seleccionar el factor de corrección, cuyos valores para cada producto se muestran a continuación en la tabla 14.

TABLA 14. Datos para cálculos de factor de corrección

PRODUCTO	CLASE DE PELIGRO	VLA	FCv_{la}
CEMENTO	2	>10	1
		≤100	
PINTURA	3	>1	1
		≤10	
BONDEX	2	>10	1
		≤100	
BENTOCRYL	4	>0.1 ≤ 1	1
DILUYENTE	3	>1	1
		≤10	
PEGAMENTO PVC	2	>10	1
		≤100	
EMPASTE EXTERIOR	2	>10	1
		≤100	
EMPASTE INTERIOR	2	>10	1
		≤100	
SOLDADURA	3	>1	1
		≤10	

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar en la tabla 14, los VLA de los productos varían dependiendo de la clase de peligro de cada uno de ellos. Pese a esto, el valor del factor de corrección para todos los agentes químicos identificados en el recorrido in situ es de 1. Esto se debe a que los VLA de todos los productos son mayor a 0,1.

3.6 Cálculo de la puntuación por riesgo de inhalación

Luego de haber determinado el valor de todas las variables que establece la norma NTP 937 se procedió a determinar el riesgo por inhalación el cual resulta del producto del riesgo potencial, la volatilidad o pulverulencia, procedimiento de trabajo, las protecciones colectivas y el factor de corrección del VLA. La puntuación del riesgo por inhalación va en una escala de 100 a 1000 con niveles de prioridad de acción que van del 1 al 3; de los cuales el nivel 1 indica un riesgo bajo, el nivel 2 un riesgo moderado y el nivel 3 un riesgo probablemente muy elevado. A continuación, se procedió a determinar la puntuación del riesgo por inhalación para cada uno de los productos con la siguiente formula.

$$P_{inh} = P_{riesgo\ pot} * P_{volatilidad} * P_{procedimiento} * P_{protec\ colectiva} * FC_{VLA} \quad (2)$$

Fuente:³⁰

Siendo así tenemos lo siguiente:

- Cálculo del riesgo por inhalación de cemento.

$$P_{inh} = 10 * 100 * 1 * 0.7 * 1 = 700$$

- Cálculo del riesgo por inhalación de la pintura.

$$P_{inh} = 100 * 10 * 0.5 * 1 * 1 = 500$$

- Cálculo del riesgo por inhalación del Bondex.

$$P_{inh} = 10 * 100 * 1 * 0.7 * 1 = 700$$

- Cálculo del riesgo por inhalación del bentocryl.

$$P_{inh} = 1000 * 1 * 0.5 * 0.7 * 1 = 350$$

- Cálculo del riesgo por inhalación del diluyente.

$$P_{inh} = 10 * 10 * 0.5 * 0.7 * 1 = 35$$

- Cálculo del riesgo por inhalación del pegamento PVC.

$$P_{inh} = 1 * 100 * 0.5 * 0.7 * 1 = 35$$

- Cálculo del riesgo por inhalación del Empaste exterior.

$$P_{inh} = 10 * 100 * 1 * 0.7 * 1 = 700$$

- Cálculo del riesgo por inhalación del Empaste interior.

$$P_{inh} = 10 * 100 * 1 * 1 * 1 = 1000$$

- Cálculo del riesgo por inhalación de la soldadura.

$$P_{inh} = 10 * 100 * 1 * 0.7 * 1 = 700$$

Al observar los resultados se puede verificar que los agentes químicos diluyente y pegamento PVC son los que tienen la puntuación más baja con un nivel de prioridad de acción 3 lo cual representa un riesgo bajo sin necesidad de aplicación de modificaciones o medidas de control.

En un segundo grupo se encuentran el cemento, la pintura, el bondex, el bentocryl, los empastes y la soldadura los cuales tienen una puntuación entre 350 y 1000 lo que representa un nivel de prioridad de acción 2 con un riesgo moderado y que si necesita la aplicación de medidas correctivas y una evaluación más detallada.

Ninguno de los agentes químicos analizados durante este estudio superó los 1000 puntos del riesgo por inhalación el cual la norma NTP 937 asigna un nivel de prioridad de acción 1 con un riesgo probablemente muy elevado y la aplicación de medidas correctivas inmediatas.

A continuación, en la tabla 15 se presentan un resumen general de todas las puntuaciones calculadas de cada una de las variables utilizadas para determinar la puntuación del riesgo por inhalación.

TABLA 15. Resumen general para la determinación del riesgo por inhalación

PRODUCTO	Clase de riesgo potencial	Puntuación del riesgo potencial	Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de procedimiento de trabajo	Clase de protección colectiva	Puntuación de la protección colectiva	Factor de corrección en función del VLA	Puntuación del riesgo por inhalación	PRIORIDAD DE ACCIÓN
CEMENTO	2	10	3	100	1	3	0.7	1	1	2
PINTURA	3	100	2	10	0.5	4	1	1	1	2
BONDEX	2	10	3	100	1	3	0.7	1	1	2
BENTOCRYL	4	1.000	1	1	0.5	3	0.7	1	1	2
DILUYENTE	2	10	2	10	0.5	3	0.7	1	1	3
PEGAMENTO PVC	1	1	3	100	0.5	3	0.7	1	1	3
EMPASTE EXTERIOR	2	10	3	100	1	3	0.7	1	1	2
EMPASTE INTERIOR	2	10	3	100	1	4	1	1	1	2
SOLDADURA	2	10	3	100	1	3	0.7	1	1	2

3.7 Medidas de control correctivas

Para dar cumplimiento al último objetivo planteado en este trabajo se va a proceder a plantear las medidas de control. Las medidas de control son necesarias para la eliminación o control de los riesgos que se generan por la exposición inhalatoria de agentes químicos en el sector de la construcción. Las medidas serán planteadas de acuerdo a lo establecido en la norma NTP 872 sobre “Agentes químicos: aplicación de medidas preventivas al efectuar la evaluación simplificada por exposición inhalatoria.”

Las medidas preventivas para el nivel de prioridad de acción 3 corresponde a medidas básicas como uso de equipos de protección personal (EPP) con filtros de acuerdo al agente utilizado, limpieza regular de los equipos y las superficies de trabajo y aseguramiento de una ventilación general adecuada.

Las medidas preventivas para el nivel de prioridad 2 corresponden a medidas correctivas como el uso de mascarillas auto filtrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos, limpieza a fondo de los equipos y las superficies como mínimo al final de cada turno de trabajo y el uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general en el área de trabajo.

En cuanto a la capacitación como medida preventiva para el control de riesgos, la norma NTP 872 aconseja tanto para el nivel de prioridad 3 y 2 la formación básica a los trabajadores sobre la peligrosidad de los agentes, cómo manejarlos de forma segura y como utilizar las medidas preventivas adecuadamente y además la formación exhaustiva sobre el uso y mantenimiento de los EPP.

A continuación, en la tabla 16 se detallan cada una de las medidas preventivas propuestas para los agentes químicos identificados y analizados durante el desarrollo de este trabajo.

TABLA 16. Tabla de medidas preventivas recomendadas por la norma NTP 872.

PRODUCTO	PRIORIDAD DE ACCIÓN	MEDIDAS TÉCNICAS	MANTENIMIENTO	ORDEN Y LIMPIEZA	PROTECCIÓN INDIVIDUAL	FORMACIÓN
CEMENTO	2	Uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar a fondo los equipos y las superficies, como mínimo al final de cada turno de trabajo	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.
PINTURA	2	Uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar a fondo los equipos y las superficies, como mínimo al final de cada turno de trabajo	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.
BONDEX	2	Uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar a fondo los equipos y las superficies, como mínimo al final de cada turno de trabajo	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.
BENTOCRYL	2	Uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar a fondo los equipos y las superficies, como mínimo al final de cada turno de trabajo	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.
DILUYENTE	3	Asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar regularmente los equipos y las superficies.	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo y de carbón activo para compuestos orgánicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.
PEGAMENTO PVC	3	Asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar regularmente los equipos y las superficies.	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo y de carbón activo para compuestos orgánicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.

EMPASTE EXTERIOR	2	Uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar a fondo los equipos y las superficies, como mínimo al final de cada turno de trabajo	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.
EMPASTE INTERIOR	2	Uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar a fondo los equipos y las superficies, como mínimo al final de cada turno de trabajo	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.
SOLADURA	2	Uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general.	Asegurar el mantenimiento de los equipos, siguiendo las instrucciones del suministrador.	Limpiar a fondo los equipos y las superficies, como mínimo al final de cada turno de trabajo	Utilizar mascarillas autofiltrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos	Formación básica sobre la peligrosidad de los agentes y cómo manejarlos de forma segura.

Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Mediante una visita in situ a una empresa constructora de la ciudad de Machala se realizó un recorrido para verificar cuales son los agentes químicos que utilizan los trabajadores durante la ejecución de sus actividades laborales. Los agentes químicos identificados fueron cemento gris, empaste interior, empaste exterior, bondex, bentocryl, pegamento para tuberías, electrodos 6011, pintura y diluyente.

Mediante una entrevista corta también se determinó la cantidad de producto que utiliza diariamente cada trabajador para el desarrollo de sus labores y el tiempo de exposición diario que tiene hacia este producto. Además, mediante la observación se pudo constatar los procedimientos de trabajo en cada área y se verificó que los trabajadores no utilizan sus EPP.

La determinación de la clase de exposición de los trabajadores a los agentes químicos que utilizan para el desarrollo de sus actividades laborales se la realizó con la norma NTP 937 a partir de la cantidad de producto que utiliza el operario durante su jornada de trabajo y la frecuencia de utilización del mismo producto durante el día.

Como resultado se obtuvo que los trabajadores tienen una clase de exposición alta con valor de 4 a la pintura, bondex, bentocryl y empastes; mientras que para el cemento la clase de exposición potencial es 3 y para el diluyente, pegamento PVC y soldadura el valor de la clase de exposición potencial es 2 porque las cantidades que usan los trabajadores durante las jornadas de trabajo es menor.

La evaluación del riesgo por inhalación se la realizó con la norma NTP 937 de evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación de agentes químicos. Esta norma se basa en el método de la INRS y realiza la evaluación en base a 5 variables: Clase de riesgo potencial, clase de volatilidad o pulverulencia, clase de procedimiento de trabajo, clase de protecciones colectivas y el factor de corrección de los valores límite ambientales.

Los resultados de la evaluación son los siguientes: el diluyente y pegamento PVC son los agentes con puntuación más baja con un nivel de prioridad de acción 3 lo cual representa un riesgo bajo sin necesidad de aplicación de modificaciones o medidas de control.

En un segundo grupo se encuentran el cemento, la pintura, el bondex, el bentocryl, los empastes y la soldadura los cuales tienen una puntuación entre 350 y 1000 lo que representa un nivel de prioridad de acción 2 con un riesgo moderado y que si necesita la aplicación de medidas correctivas y una evaluación más detallada.

Las medidas de control propuestas para mejorar las condiciones y ambientes de trabajo fueron realizadas de acuerdo a lo establecido en la norma NTP 872 sobre "Agentes químicos: aplicación de medidas preventivas al efectuar la evaluación simplificada por exposición inhalatoria." Las medidas preventivas para la exposición inhalatoria al diluyente y pegamento PVC son: uso de equipos de protección personal (EPP) con filtros de acuerdo al agente utilizado, limpieza regular de los equipos y las superficies de trabajo y aseguramiento de una ventilación general adecuada.

Las medidas preventivas para la exposición inhalatoria al cemento, empastes, bentocryl, pintura, soldadura y bondex son: uso de mascarillas auto filtrantes para polvo, mascarillas y máscaras enteras con filtros específicos según los productos químicos, limpieza a fondo de los equipos y las superficies como mínimo al final de cada turno de trabajo y el uso de equipos para asegurar una adecuada ventilación general en el área de trabajo.

Además, la norma recomienda aplicar la formación básica a los trabajadores sobre la peligrosidad de los agentes, cómo manejarlos de forma segura y como utilizar las medidas preventivas adecuadamente y además la formación exhaustiva sobre el uso y mantenimiento de los EPP.

5. RECOMENDACIONES

En base a lo que establece la norma NTP 937, se recomienda aplicar las medidas de control preventivas sugeridas en este trabajo para todos los agentes químicos y además realizar la ejecución de evaluaciones cuantitativas para los agentes químicos cemento, empastes, bentocryl, pintura, soldadura y bondex los cuales dieron como resultado un nivel de riesgo moderado. De esta manera se podrá verificar la eficacia de las medidas implementadas para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores de este sector.

Para finalizar, de acuerdo con lo establecido en la norma NTP 872 se recomienda desarrollar programas de capacitación a todos los trabajadores del sector de la construcción sobre la peligrosidad de los agentes químicos con los que desarrollan sus actividades laborales, cómo manejarlos de forma segura y como utilizar las medidas preventivas adecuadamente y además la formación exhaustiva sobre el uso y mantenimiento de los EPP.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Lee, W.; Lee, J.; Kim, H. R.; Lee, Y. M.; Lee, D. W.; Kang, M. Y. The Combined Effect of Long Working Hours and Individual Risk Factors on Cardiovascular Disease: An Interaction Analysis. *J Occup Health* **2021**, *63* (1). <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12204>
- (2) Wang, M.; Yao, G.; Sun, Y.; Yang, Y.; Deng, R. Exposure to Construction Dust and Health Impacts – A Review. *ScienceDirect* **2023**, *311* (1), 2–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136990>
- (3) Alcívar, M.; Calderón, J. Reducción de Agentes y Factores Nocivos a Niveles Seguros En El Área de Trabajo. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN* **2024**, *8* (15), 913–915. <https://doi.org/10.46296/yc.v8i15.0499>
- (4) Meza, Y. P.; Castillo, M. V. R.; Brochero, H. Y. V.; Escamilla, M. J. G. Effects on Respiratory Health of Workers Who Use Chemical Substances in Their Work Environment. A Systemic Review. *Salud Uninorte* **2022**, *38* (2), 560–585. <https://doi.org/10.14482/sun.38.2.616.2>
- (5) Arriaga, R.; García, R. Salud y Seguridad Ocupacional: La Mejor Inversión de Las Empresas Éticas. *Revista Iberoamericana de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social* **2024**, *5* (8), 100–111.
- (6) Muñoz Rojas, J. K.; Soto Sulca, R. W.; Cáceres Quispe, Y. N.; Rosario Torres, T.; Flores-Vilcapoma, L. R.; Sanchez-Solis, Y.; Baldeon Retamozo, R. J.; Mendoza Palomino, H. A. Prevalencia de Riesgos Psicosociales En Colaboradores de La Empresa ESmelter SA – Minería y Construcción. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* **2023**, *7* (3), 5448–5466. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6563
- (7) Flores Balseca, S. D.; Vallejo Tejada, P. A. Control de Riesgos Mecánicos y Químicos En La Etapa de Carpintería de Aluminio de La Construcción Del Centro Comercial Mindalae, Otavalo-Imbabura. *Código Científico Revista de Investigación* **2023**, *4* (E2), 1287–1307. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/ne2/220>
- (8) Rojas, R.; Pineda, D. Enfoque Preventivo: Identificación de Riesgos Laborales En Los Procesos de Construcción de Viviendas. Constructora Rocassan. *Revista Científica de Enfermería* **2023**, *32* (28), 45–53.

- (9) González, Y.; Pachón, A.; Dominguez, Lady. *Seguridad Química*. Ministerio de Salud y Protección Social. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abece-seguridad-quimica.pdf> (accessed 2025-01-23).
- (10) Guerrero-Mandujano, A.; Gutiérrez-Mendoza, M.; Tadeo-Jalife, N. R.; Sánchez-Vázquez, J. A.; Huitrón-Guzmán, N. A.; Real-Ornelas, G. A. Guide for the Identification and Classification of Chemical Hazards in the Workplace. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* **2024**, *40*, 73–79. <https://doi.org/10.20937/RICA.54837>
- (11) Pinargote Velásquez, H. H.; Galardy Domínguez, Y. Prehospital Management of Patients Poisoned by Caustic Substances. *Revista científica biomédica del ITSUP* **2024**, *11* (2), 2024–2036. <https://doi.org/https://doi.org/10.37117/higia.v11i2.1072>
- (12) Ferreira, L. Identificación y Evaluación de Riesgos En Construcción de Vivienda Familiar, Universidad de la Fraternidad de Agrupaciones Santo Tomás de Aquino, Rivadavia, 2022. <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/2396> (accessed 2025-01-23).
- (13) Arias Daza, A. D.; Ramos Cabrera, E. V.; Delgado Espinosa, Z. Y. Identificación y Clasificación de Sustancias Químicas Cancerígenas En Una Planta Procesadora de Alimentos Cárnicos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* **2021**, *12* (2), 147–160. <https://doi.org/10.22490/21456453.3881>
- (14) Mora-Barrantes, J. C.; Morera Ramos, L.; Ulate-Salas, M.; Núñez-Agüero, V.; Acuña-Salazar, E.; Cordero-Carvajal, M. Clasificación Del Riesgo Químico de Solventes Orgánicos Mediante La Aplicación Del Método “CHEM21 Selection Guide of Classical- and Less Classical-Solvents”. Un Caso de Estudio En Cursos de Docencia Universitaria de Química Orgánica y Bioquímica. *Revista Tecnología en Marcha* **2021**, *35* (1), 28–43. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i1.5370>
- (15) Sánchez, B. Estudio de Adhesivos Para La Construcción Naval Mediante Análisis Térmico y Reológico, Universidade da Coruña, La Coruña, 2021. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/28746> (accessed 2025-01-23).

- (16) Díaz, M.; Álvarez, V.; Terrados, M.; Alonso, C. Reuse of Paint Sludge in Asphalt Mixes. *International Congress on Project Management and Engineering* **2023**, 10–13.
<https://doi.org/https://doi.org/10.61547/3443>
- (17) Garnica Escamilla, M. A.; Sánchez Zúñiga, M. de J.; Támez Coyotzin, E. A.; Reyes Reyes, J.; García López, D. A.; Gonzalez Diaz, A.; González Mañón, M. J.; Peñaloza Hernández, J. O. Quemadura Química Por Ácido Fluorhídrico: Mecanismos Fisiopatológicos de La Lesión. *Medicina Crítica* **2022**, 36 (6), 371–377.
<https://doi.org/10.35366/107460>
- (18) Sotomayor Pineda, J. M.; Mora Barrantes, J. C.; Afú Méndez, C.; López Martínez, J.; Vallejo Salas, M. A. Evaluación Del Riesgo Químico Mediante La Aplicación de Un Índice de Seguridad Inherente. *Revista Tecnología en Marcha* **2021**.
<https://doi.org/10.18845/tm.v35i1.5288>
- (19) Quiñónez-Portocarrero, D. K.; Guano-Guano, J. W. Evaluation of Chemical Risks for the Control of Aromatic Hydrocarbons in the Fuel Area of the Provincial Council of Esmeraldas - Ecuador. *Sapienza* **2022**, 3 (7), 300–321.
<https://doi.org/10.51798/sijis.v3i7.549>
- (20) Cadena, P.; Rendón, R.; Aguilar, J.; Salinas, E.; Del Rosario, F.; Sangerman, D. Métodos Cuantitativos, Métodos Cualitativos o Su Combinación La Investigación: Un Acercamiento En Las Ciencias Sociales. *Rev. Mex De Cienc Agric* **2017**, 8 (7), 1603–1617.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v8i7.515>
- (21) García-Muñoz, J.; Portillo-Moreno, Á.; Carlos, J.; González, S.; Fernández Casado, D.; Martínez-Morcillo, S.; Prado Míguez-Santiyán, M.; Soler-Rodríguez, F.; López-Beceiro, A.; Fidalgo-Álvarez, L. E.; Pérez-López, M. Biomarcadores de Estrés Oxidativo En Jabalí (Sus Scrofa) Del de La Península Ibérica. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente* **2023**, 32 (3), 2–6.
<https://doi.org/https://doi.org/10.7818/ECOS.2610>
- (22) Villalobos-González, W.; Sibaja-Brenes, J.; Mora-Barrantes, J.; Álvarez-Garay, B. Evaluación de Los Riesgos Químicos Por Inhalación de Las Sustancias Utilizadas En Una Industria Gráfica. *Revista Tecnología en Marcha* **2021**, 34 (2), 122–136.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i2.4977>

- (23) Alvarado, P.; Elka, E.; Vallejo, U. C. Gestión de Riesgos Para La Seguridad Sostenible En Edificaciones Públicas: Revisión Sistemática. *Periodicidad: Semestral* **2021**, 11 (1), 50–55.
- (24) Fernández Lopera, C. C.; Da Silva Nunes, M. I. Análisis Comparativo En La Implementación de Matrices Para Priorización de Riesgos En El Municipio de Pereira, Colombia. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica* **2021**, 14 (3), 1228–1243.
<https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2021.14.3.76443>
- (25) Hernández Borges, Á. A.; Jiménez Sosa, A.; Pérez Hernández, R.; Ordóñez Sáez, O.; Aleo Luján, E.; Concha Torre, A. Paediatric Intensive Care ‘Do Not Do’ Recommendations in Spain: Selection by Delphi Method. *An Pediatr (Engl Ed)* **2023**, 98 (1), 28–40.
<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2022.08.009>
- (26) Rosales-Calvo, S. M.; Abarca-Guerrero, L.; Leandro-Hernández, A. G. Residuos Peligrosos de La Construcción En Costa Rica y Sus Impactos al Ambiente. *Revista Tecnología en Marcha* **2022**.
<https://doi.org/10.18845/tm.v35i4.6400>
- (27) Correa Rojas, L.; Marín Bardales, N. H.; Marín Bardales, R. S.; Sotomayor Nunura, G. D. S. Protocolos de Bioseguridad Ante El Covid-19 en Obras de Construcción Civil En América Latina: Revisión Literaria. *REVISTA CIENTIFICA EPISTEMIA* **2022**, 6 (1), 44–59.
<https://doi.org/10.26495/re.v6i1.2131>
- (28) Núñez Arteaga, C. A. Análisis Sobre La Importancia de La Seguridad y Salud En El Trabajo En El Sector de La Construcción En Colombia. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información* **2021**, 8 (15), 45–53.
<https://doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n15.a91>
- (29) Gil, L.; Gil, S.; Gómez, B.; Rojas, J.; Márquez, Y. Estrategias y Herramientas de Capacitación En Seguridad Y En El Trabajo, En El Sector Construcción. *Revista de Investigación en salud, Universidad de Boyacá* **2022**, 9 (2), 153–172.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24267/23897325.750>
- (30) Encarnación, M.; Tejedor, J. *Notas Técnicas de Prevención Chemical Agents: A Qualitative and Simplified Assessment of Inhalation Risk (III). INRS Based Method Agents Chimiques: Évaluation Qualitative et Simplifiée Du Risque Par Inhalation (III). Méthode Basé Dans INRS Redactores*; Madrid, 2018.

<https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/27-serie-ntp-numeros-926-a-960-ano-2012/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-937> (accessed 2025-01-24).

(31) Villalobos-Morales, J.; Mora-Barrantes, J.; Sibaja-Brenes, J.; Zárate-Montero, G.; Alfaro-Solís, R.; Borbón-Alpizar, H.; Retana-Díaz, A. Evaluación de La Exposición a Compuestos Orgánicos (COV). Caso de Estudio Una Empresa Química. *Tecnología en Marcha* **2024**, 37 (3), 141–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.18845/tm.v37i3.6837>

(32) Román, kenya; Moreta, A.; Gaibor, V.; Lara, S. La Prevención de Riesgos Laborales y Su Marco Normativo. Perspectivas Desde Los Derechos Humanos. *Revista Científica Polo del Conocimiento* **2021**, 6 (11), 1626–1639. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3350>

(33) Constitución de la República del Ecuador. *Decreto ejecutivo 255. Reglamento de seguridad y salud en los trabajadores*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf> (accessed 2025-01-24).

(34) Núñez, I. *Acuerdo-Ministerial-Nro.-MDT-2024-196*. Ministerio del Trabajo. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-196-signed.pdf> (accessed 2025-02-01).

(35) Alcaldía, M. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala*. Alcaldía de Machala. https://www.machala.gob.ec/documentosGAD/rendicionCuentas/2023/insumos/PD_OT_Machala.pdf (accessed 2025-01-22).

(36) Holcim, E. *Holcim Fuerte Descripción*. <https://www.holcim.com.ec/sites/ecuador/files/2022-07/ficha-holcim-fuerte.pdf> (accessed 2025-01-14).

(37) Holcim S.A. *Hoja de Seguridad-Cemento Holcim*. MSDS Cemento. https://www.holcim.com.ec/sites/ecuador/files/2023-09/msds-cemento_2023.pdf (accessed 2025-02-06).

(38) Holcim S.A. *Ficha de datos de seguridad del Cemento Holcim*. Holcim Web site. <https://elpalmarillo.es/Media/elpalmarillo/dayvo/FDS%20Cemento%20Holcim.pdf> (accessed 2025-02-06).

- (39) Pintuco S.A. *Ficha Técnica Intervinil Antibacterial*. <https://pintuco.com.ec/wp-content/uploads/2020/06/intervinil-antibacterial.pdf> (accessed 2025-01-13).
- (40) Intaco S.A. *Mortero adhesivo con polímeros para cerámica*. Intaco Web site. https://www.intaco.com/ecuador/wp-content/uploads/sites/8/2020/12/ft_bondex_plus_ceramica_iso.pdf (accessed 2025-02-06).
- (41) Pesantes, H. *Ficha de seguridad del Betoncryl-14*. Aditec Web site. <https://www.aditec-ec.com/productos/union-y-reparacion-de-hormigon/betoncryl-14/ficha-seguridad-betoncryl-14.pdf> (accessed 2025-02-06).
- (42) Aditec-Ec. *Betoncryl-14 Ficha Técnica*. <https://www.aditec-ec.com/productos/union-y-reparacion-de-hormigon/betoncryl-14/ficha-tecnica-betoncryl-14.pdf> (accessed 2025-01-14).

ANEXOS

ANEXO A. Recolección de Datos In situ.

Recolección de datos mediante encuestas



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B. Inspección del Área de Exposición

Área inspeccionada de construcción



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO C. Materiales utilizados en el área de la construcción

Pintura de Interiores



Adhesivo de Hormigón



Mortero para Cerámica



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO D. Monitorización y prueba de equipos en campo de trabajo

Comprobación de la funcionalidad de equipos



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO E. Tabla de encuesta a los trabajadores del sector de la construcción

PROCESO	ACTIVIDAD	N° TRABAJADORES	PELIGROS			MEDIDA DE CONTROL
			Productos utilizados (especificar estado)	Cantidad del producto utilizado al día	Frecuencia de utilización (día-sem-mes-año)	
Construcción	Albañil	20	Cemento	2 a 3 sacos.	2 a 6 horas	No
Construcción	Pegador de cerámica	3	Sumi pega, aditivo, semi, resina.	8 sacos, 1 acelerante	Mas de 6 horas al día	No
Construcción	Gasfitería y electricidad	4	Cali pega, polvo de cemento.	1 litro calipega	Mas de 6 horas al día.	Mascarilla y guantes
construcción	Pintura	4	Inter vinil, coraza, supremo.	2 canecas	Mas de 6 horas al día.	No
Construcción	Albañil	5	Cemento Holcim, cemento intaco.	6 fundas	Mas de 6 horas al día.	Casco, guantes, mascarilla
Construcción	Soldador	5	Oxigeno, CO2, electrodo 6015, MIG.	10 kg 6018, 5 kg 6011, 120 kg CO2	Mas de 6 horas al día.	Mascarilla con filtro de carbón.
Construcción	Pintura y soldadura	1	Diluyente, pintura anticorrosiva.	2 canecas	4 horas al día.	Gafas, guantes.
Construcción	Empastador	4	Cemento blanco, resina.	2 sacos de empaste	Mas de 6 horas al día.	No

Fuente: Elaboración propia.