

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ciencias Químicas

Maestría en Seguridad e Higiene Industrial

“Evaluación higiénica cualitativa del riesgo químico por exposición a sustancias químicas peligrosas en un laboratorio de análisis químico ambiental”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Seguridad e Higiene Industrial

Autora Ing. Ana Cristina Guananga Pujos

C.I. 1804611737

Directora Ing. Maritza Eleanor Flores Zamora

C.I.: 0102171642

Cuenca –Ecuador

2019



RESUMEN

La investigación se desarrolló en un laboratorio de análisis químico ambiental ubicado en la ciudad de Francisco de Orellana y tiene como objetivo evaluar el riesgo químico potencial por exposición a sustancias químicas peligrosas asociadas a actividades de laboratorio, con el propósito de controlar el riesgo por contaminantes químicos en el ambiente de trabajo.

Se aplicó la metodología de evaluación higiénica cualitativa y simplificada, modelo COSHH Essentials, para lo cual se recopiló información de las sustancias químicas a través de sus fichas de seguridad; la manipulación en cada puesto de trabajo, identificando cantidades utilizadas, ambientes de trabajo, exposición directa e indirecta, tiempo de exposición, usos, procedimientos técnicos de análisis, protección personal, y otras características técnicas que permitieron identificar los riesgos químicos presentes y su interrelación con las condiciones de trabajo.

En el análisis COSHH Essentials se identificó que la mayor cantidad de sustancias químicas que se manipulan en el laboratorio son muy tóxicas, sin embargo el riesgo resultó leve ya que estas sustancias son manipuladas en cantidades pequeñas y presentan pulverulencia baja o volatilidad baja a las condiciones ambientales del laboratorio.

Una vez valorado el riesgo se determinó las medidas de control que permitan al laboratorio controlar el impacto negativo de los riesgos de origen químico en la salud del trabajador en cada puesto de trabajo, descritas como buenas prácticas de laboratorio, ventilación en general, extracción localizada y selección del equipo de protección personal adecuado.

Palabras clave: laboratorio, análisis, riesgo químico, sustancia química peligrosa, evaluación higiénica cualitativa, método COSHH ESSENTIALS.



ABSTRACT

The research was developed in a laboratory of environmental chemical analysis located in the city of Francisco de Orellana and aims to assess the potential chemical risk from exposure to hazardous chemicals associated with laboratory activities, in order to control the risk of chemical contaminants in the work environment.

The qualitative and simplified hygienic evaluation methodology, COSHH Essentials model, was applied, for which information on chemical substances was collected through its safety data sheets; manipulation in each job, identifying quantities used, work environments, direct and indirect exposure, exposure time, uses, technical analysis procedures, personal protection, and other technical characteristics that allowed to identify the chemical risks present and their interrelation with working conditions.

In the COSHH Essentials analysis it was identified that the greatest amount of chemical substances that are handled in the laboratory are very toxic, however the risk was slight since these substances are manipulated in small quantities and have low dustiness or low volatility to environmental conditions of the laboratory.

Once the risk was assessed, control measures were determined to allow the laboratory to control the negative impact of the chemical-related risks on the worker's health at each job, described as good laboratory practices, ventilation in general, localized extraction and selection of the appropriate personal protective equipment.

Keywords: laboratory, analysis, chemical risk, hazardous chemical, qualitative hygienic evaluation, COSHH ESSENTIALS method.



ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
DEDICATORIA.....	9
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	11
1 CAPÍTULO I MARCO DE REFERENCIA.....	12
1.1 Marco teórico	12
1.1.1 Higiene industrial	12
1.1.2 Sustancia química peligrosa	12
1.1.3 Etiquetado de productos químicos.....	13
1.1.4 Transporte de producto químico.....	13
1.1.5 Hoja de datos de seguridad.....	13
1.1.6 Clasificación de las sustancias químicas.....	14
1.1.7 Agente químico.....	15
1.1.8 Identificación de los agentes químicos.	15
1.1.9 Exposición a agentes químicos	15
1.1.10 Riesgo.	15
1.1.11 Factor de riesgo.	15
1.1.12 Riesgo higiénico	15
1.1.13 Riesgo químico.....	16
1.1.14 Riesgo químico en un laboratorio de análisis químico ambiental 16	
1.1.15 Evaluación higiénica convencional.....	18
1.1.16 TLV's (Threshold Limit Value).....	19
1.1.17 Evaluación higiénica cualitativa o higiene inversa.....	19
1.1.18 Medidas de prevención del riesgo químico	30
1.2 Marco Reglamentario.....	31
2 CAPÍTULO II LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL	33
2.1 Ubicación geográfica.....	33
2.2 Descripción del laboratorio.....	34



2.2.1	Procesos del servicio del laboratorio de análisis químico ambiental	37
2.2.2	Ensayos del laboratorio de análisis químico ambiental	40
3	CAPÍTULO III METODOLOGÍA	42
3.1	Muestreo	42
3.2	Procedimiento	42
3.2.1	Análisis cualitativo por el método COSHH ESSENTIALS.....	43
4	CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
4.1	Resultados	53
4.1.1	Análisis de las condiciones de trabajo	53
4.1.2	Procesos de análisis en el laboratorio de análisis químico	56
4.1.3	Evaluación higiénica cualitativa por el método COSHH ESSENTIALS.....	60
4.2	Discusión.....	74
5	CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1	Conclusiones.....	79
5.2	Recomendaciones.....	80
	BIBLIOGRAFÍA	81
	ANEXOS	84
	Anexo 1. Listado de sustancias químicas peligrosas del laboratorio de análisis químico ambiental, SHI-UC-01.....	84
	Anexo 2. Formatos de registro CHECKLIST de la evaluación cualitativa de riesgos químicos por el método COSHH ESSENTIALS, SHI-UC-02.	87
	Anexo 3. Registros fotográficos	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del laboratorio de análisis químico ambiental	33
Figura 2	Laboratorio de análisis químico ambiental	34
Figura 3	Esquema del Laboratorio de análisis químico ambiental	35
Figura 4	Diagrama de procesos del laboratorio.....	38
Figura 5	Volatilidad de los líquidos.....	45
Figura 6	Diagrama de proceso de Laboratorio	57
Figura 7	Proceso para muestras de suelo o lixiviados	58
Figura 8	Proceso para muestras de agua	59



Figura 9 Tendencia de las sustancias químicas.....	62
Figura 10 Tendencia de las sustancias químicas y su nivel de riesgo	63
Figura 11 Clasificación de las sustancias químicas peligrosas	64
Figura 12 Nivel de riesgo de las sustancias químicas.....	65
Figura 13 Grupos de peligro de las sustancias químicas	72
Figura 14 Nivel de riesgo	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Grupo de peligro A	23
Tabla 2 Grupo de peligro B	23
Tabla 3 Grupo de peligro C	24
Tabla 4 Grupo de peligro D	25
Tabla 5 Grupo de peligro E	26
Tabla 6 Grupo de peligro S	26
Tabla 7 Reglamentos y normas para trabajos en laboratorios	31
Tabla 8 Áreas del laboratorio de análisis químico ambiental	39
Tabla 9 Ensayos del laboratorio de análisis químico ambiental	40
Tabla 10 Frases R y Frases H.....	44
Tabla 11 Determinación del nivel de riesgo por exposición a sustancias químicas.....	47
Tabla 12 Personal del laboratorio de análisis químico ambiental.....	54
Tabla 13 Equipos del área analítica e instrumental.....	55
Tabla 14 Equipos del área de microbiología	55
Tabla 15 Elementos de seguridad.....	56
Tabla 16 Sustancias químicas peligrosas y sus frases R.....	60
Tabla 17 Tendencia de las sustancias químicas	61
Tabla 18 Tendencia de las sustancias químicas y su nivel de riesgo	63
Tabla 19 Grupo de peligro y nivel de riesgo de las sustancias.....	64
Tabla 20 Clasificación de las sustancias químicas peligrosas	65
Tabla 21 Sustancias químicas del nivel de riesgo 1 grupo de peligro A.....	66
Tabla 22 Sustancias químicas del nivel de riesgo 1 grupo de peligro B.....	67
Tabla 23 Sustancias químicas del nivel de riesgo 1 grupo de peligro C	68
Tabla 24 Sustancias químicas del nivel de riesgo 2.....	69
Tabla 25 Sustancias químicas del nivel de riesgo 3.....	70
Tabla 26 Sustancias químicas del nivel de riesgo 4.....	71



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Ana Cristina Guananga Pujos en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación higiénica cualitativa del riesgo químico por exposición a sustancias químicas peligrosas en un laboratorio de análisis químico ambiental", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 09 de enero del 2019

Ana Cristina Guananga Pujos

C.I: 1804611737



Cláusula de Propiedad Intelectual

Ana Cristina Guananga Pujos, autora del trabajo de titulación "Evaluación higiénica cualitativa del riesgo químico por exposición a sustancias químicas peligrosas en un laboratorio de análisis químico ambiental", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 09 de enero del 2019

Ana Cristina Guananga Pujos

C.I: 1804611737



DEDICATORIA

A Dios por darme la bendición para lograr mis metas, a mi familia emprendedora, quienes con su amor y compañía son el pilar fundamental de mi vida brindándome su apoyo incondicional y el aliento para superarme.

A todos los trabajadores petroleros en el oriente ecuatoriano quienes a través de jornadas duras de trabajo y actividades peligrosas buscamos el sustento y la superación.



INTRODUCCIÓN

Hoy en día la ciencia y la tecnología avanza a pasos agigantados y con ello se incrementa el uso y la aplicación de agentes químicos en todos los procesos industriales, si bien las sustancias químicas han permitido identificar analitos de interés para la resolución de problemas en diferentes ámbitos, también han ocasionado efectos desfavorables para la salud humana y el ambiente.

Los reportes de casos de intoxicación en laboratorios son escasos en la literatura, sin embargo los resultados de exposiciones menores en forma reiterada pueden producir efectos graves a la salud a largo plazo, mientras que si son exposiciones agudas en cantidades altas habitualmente son fatales, por lo que su importancia es mayor (Pacheco et al., 2016). Es así como se considera un factor de riesgo de atención prioritaria, con un importante grado de descontrol y desinformación por parte de los trabajadores.

En este sentido la presente investigación se centra en el análisis de la exposición a sustancias químicas del personal que labora en los espacios físicos de un laboratorio de análisis químico ambiental ubicado en la ciudad de Francisco de Orellana durante el período noviembre del 2017 a mayo del 2018.

Haciendo uso de una metodología de la evaluación higiénica cualitativa se busca realizar la evaluación del riesgo químico en los trabajadores durante la exposición, manipulación, y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, lo cual permita conocer el estado de los ambientes en los que se desarrollan las actividades de laboratorio.

Ya con la información recolectada de las variables definidas por el método se espera determinar los niveles de riesgo para todas las sustancias químicas, y para cada nivel de riesgo establecer una medida de control con una serie de acciones orientadas a controlar la exposición.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar la evaluación del riesgo químico por exposición a sustancias químicas peligrosas en un laboratorio de análisis químico, utilizando la metodología de evaluación higiénica cualitativa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las sustancias químicas, en función de la peligrosidad, condiciones de trabajo, capacidad del producto de pasar al ambiente y la cantidad que se utiliza.
- Analizar el riesgo por exposición a sustancias químicas peligrosas.
- Proponer recomendaciones para el control de la exposición al riesgo químico del trabajador.



1 CAPÍTULO I MARCO DE REFERENCIA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Higiene industrial

La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general.(OIT, 2012)

Estudia la relación y efecto de los contaminantes en el ambiente laboral sobre los trabajadores, así como las medidas de prevención, control y eliminación.

Las etapas clásicas de la práctica de la higiene industrial son las siguientes:

- Identificación de posibles peligros para la salud en el medio ambiente de trabajo;
- Evaluación de los peligros, un proceso que permite valorar la exposición y extraer conclusiones sobre el nivel de riesgo para la salud humana;
- Prevención y control de riesgos, un proceso que consiste en desarrollar e implantar estrategias para eliminar o reducir a niveles aceptables la presencia de agentes y factores nocivos en el lugar de trabajo, teniendo también en cuenta la protección del medio ambiente.(OIT, 2012)

1.1.2 Sustancia química peligrosa

De acuerdo al Convenio de la OIT, la expresión productos químicos designa los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos, tales como los obtenidos a través de los procesos de producción. (En & Trabajo, 2014)

Sustancia química peligrosa es cualquier elemento o compuesto que independiente de su estado presenta características físico-químicas que



pueden llegar a causar algún tipo de daño a la salud, la seguridad o el medio ambiente.

En un laboratorio de análisis químico ambiental existen un sinnúmero de sustancias químicas peligrosas sin embargo dadas las condiciones de seguridad pueden no implicar un riesgo al considerar una exposición controlada a ellas. En la presente investigación; el análisis se realizó considerando los reactivos químicos usados en técnicas del laboratorio de análisis químico ambiental.

1.1.3 Etiquetado de productos químicos.

Se trata de la señalización a través de etiquetas que permite la identificación de los productos químicos, sus riesgos específicos y las normas básicas de seguridad a que deben sujetarse, ésta se ubicará obligatoriamente en los envases o etiquetas que acompañen a los productos químicos. (Ghs, n.d.)

1.1.4 Transporte de producto químico

Traslado apropiado de cualquier agente químico, toda operación de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos debe cumplir con las condiciones, requisitos y procedimientos establecidos para el transporte de materiales peligrosos.

1.1.5 Hoja de datos de seguridad

Documento elaborado por el fabricante, importador o distribuidor de todas las sustancias y mezclas clasificadas como peligrosas, que permiten al usuario identificar el agente químico peligroso, evaluar los riesgos debido a su uso y tomar las medidas necesarias para la protección de la salud, ambiente y de la seguridad en el trabajo.

Toda hoja de datos de seguridad incluye obligatoriamente:

- Identificación de la sustancia o mezcla
- Composición e información sobre los componentes



- Identificación de peligros asociados
- Primeros auxilios
- Medidas de lucha contra incendios
- Medidas en caso de vertido o derrames
- Manipulación y almacenamiento
- Controles de exposición y protección personal
- Propiedades físico químicas
- Estabilidad y reactividad
- Información toxicológica
- Información ecológica
- Consideraciones relativas de eliminación de productos y subproductos
- Información relativa al transporte
- Información reglamentaria aplicable.
- Otra información

1.1.6 Clasificación de las sustancias químicas

Los productos químicos peligrosos se clasifican en función del tipo y el grado de los riesgos físicos y para la salud. Las propiedades peligrosas de las mezclas formadas por dos o más productos químicos podrán determinarse evaluando los riesgos que entrañan los productos químicos que las componen. (En & Trabajo, 2014)

- Propiedades tóxicas, incluidos los efectos agudos y crónicos sobre la salud;
- Características químicas o físicas, incluidas sus propiedades inflamables, explosivas, comburentes y aquellas que puedan provocar reacciones peligrosas;
- Propiedades corrosivas e irritantes;
- Efectos alérgicos y sensibilizantes;
- Efectos cancerígenos;
- Efectos teratógenos y mutágenos;
- Efectos sobre el sistema reproductor.



1.1.7 Agente químico

Es todo elemento o compuesto químico, por si sólo o mezclado, ya sea en estado natural o como es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral; se haya elaborado o no de modo intencionado. (Veciana & Solá, 2001)

1.1.8 Identificación de los agentes químicos.

Detectar el origen de los agentes químicos que pueden estar en el proceso laboral y las actividades relacionadas con el uso, mantenimiento, manutención, almacenamiento y reparación o en otro tipo de actividades.

1.1.9 Exposición a agentes químicos

Es el contacto entre un agente ambiental y el trabajador, siempre y cuando esté en contacto con una vía apropiada de penetración en su organismo. (Condiciones & Trabajo, 2008)

1.1.10 Riesgo.

El término riesgo, connota la existencia de un daño futuro e hipotético, podemos definir al riesgo como “la magnitud del daño que un conjunto de factores de riesgo producirá en un período de tiempo dado” (Generales, Comité, & Seguridad, 2009)

1.1.11 Factor de riesgo.

Se considera factor de riesgo aquella condición de trabajo que cuando está presente, incrementa la probabilidad de aparición de un daño. (Generales et al., 2009)

1.1.12 Riesgo higiénico

Reconocimiento del contacto con un agente ambiental, su evaluación se basa en la cuantificación de dicho contacto.



1.1.13 Riesgo químico

Combinación de frecuencia y probabilidad de ocurrencia de accidentes y sus consecuencias, al exponerse a una fuente de peligro asociada a sustancias peligrosas, sólidas, líquidas o gaseosas, orgánicas o inorgánicas como gases, vapores, humos, nieblas, aerosoles, que poseen un riesgo potencial para la salud, seguridad y propiedad cuando son manipuladas, transportadas o comercializadas.

Un agente químico es todo elemento o compuesto químico, en donde su exposición en el lugar de trabajo implica el contacto de éste con el trabajador (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003). El riesgo químico es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos:

- Riesgo de incendio y/o explosión.
- Riesgo de reacciones químicas peligrosas que puedan afectar a la salud y seguridad de los trabajadores.
- Riesgo por inhalación.
- Riesgo por absorción a través de la piel.
- Riesgo por contacto con la piel o los ojos.
- Riesgo por ingestión.
- Riesgo por penetración por vía parenteral.

1.1.14 Riesgo químico en un laboratorio de análisis químico ambiental

En los laboratorios se realizan a diario tareas de análisis, en las que se manejan una gran diversidad de sustancias y mezclas peligrosas que afectan a la salud de las personas expuestas a ellas y pueden ser motivo de peligrosidad del laboratorio y contaminación del medio ambiente. Esto hace que los laboratorios sean lugares de convivencia con el riesgo, convirtiéndolos, por tanto en lugares peligrosos.



Al hablar de la peligrosidad de un laboratorio, son muchas las variables que interfieren, por lo que para controlar una determinada exposición, es necesario actuar en tres grandes variables:

Foco o sustancia química utilizada.

- Peligrosidad: inflamabilidad, toxicidad, explosividad, corrosividad, peligrosidad para el medio ambiente, comburencia, irritabilidad, nocividad, estado de agregación de la sustancia.
- Tendencia a pasar al medio ambiente: volatilidad y grado de pulverulencia.
- Cantidad usada.

Medio o ambiente relacionado con las instalaciones del laboratorio.

Almacenamiento de sustancias, ventilación, extracción, limitación de la fuente de emisión, instalaciones eléctricas, de gases, protección contra incendios e iluminación, equipos de trabajo.

Receptor o analista de laboratorio.

Experiencia, formación recibida, control de accidentes, incidentes y enfermedades por exposición a agentes químicos. La utilización de equipos de protección individual EPI's: protección respiratoria, dérmica, ocular, prácticas higiénicas personales, tiempo de exposición.

La exposición de personas a sustancias químicas peligrosas en estas instalaciones, entre otros riesgos, es generadora de enfermedades, accidentes e incluso muertes. (Gutiérrez, 2012). En un laboratorio de ensayos químicos generalmente se tiene ácidos, bases, solventes, polvos, metales y sus compuestos, derivados del petróleo, gases asfixiantes químicos, entre otros en donde para el análisis de riesgo es necesario toda la información que incluya características de la sustancia, sus usos y las concentraciones presentes en el aire. Los principales riesgos químicos a ser analizados y evaluados con el fin de controlarlos son:



- Exposición a gases y vapores: sustancias químicas tóxicas de elevada volatilidad.
- Contacto directo: manipulación de sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas en actividades rutinarias.

Todos los trabajadores deben estar al tanto de las normas de seguridad del laboratorio, y todos aquellos que manipulan sustancias químicas deben rigurosamente recibir entrenamiento y adiestramiento.

1.1.15 Evaluación higiénica convencional

Los contaminantes físicos y químicos parecen reemplazar a los agentes biológicos, y las enfermedades degenerativas causadas a las infecciones. La exposición a estos agentes influyen en la aparición y distribución de enfermedades nuevas o desconocidas. La evaluación de riesgos trata de caracterizar los tipos de efectos previsible para la salud como resultado de la exposición a determinado agente, y de calcular la probabilidad de que se produzcan esos efectos en la salud, con diferentes niveles de exposición. (OIT, 2012).

La evaluación higiénica determina las medidas preventivas a aplicar para mantener el riesgo a un nivel aceptable por comparación con criterios de valoración establecidos y aceptados. La evaluación de la exposición debe hacerse, con carácter general, por medición de las concentraciones ambientales de dichos agentes químicos en el puesto de trabajo. Esto permite valorar la exposición de los trabajadores y obtener las herramientas que permitan diseñar o establecer la eficiencia del control e incluye necesariamente cierta complejidad: (Vargas Marcos, 1996)

- Identificación del peligro potencial o sustancia química, caracterización del lugar de trabajo, estrategias de muestreo, toma de muestras.
- Evaluación de la dosis-efecto, el grado de exposición y la magnitud de un efecto en las personas expuestas para realizar una comparación con criterios de valoración.



- Evaluación de la exposición para caracterizar el riesgo, corrección estableciendo las medidas preventivas o protectoras necesarias.

No siempre se pueden eliminar todos los agentes generadores de riesgos, por lo que, los riesgos pueden y deben gestionarse. Así la evaluación de riesgos es fundamental para la toma de decisiones y acciones orientadas a prevenir, o reducir a niveles aceptables, la presencia de agentes que pueden ser peligrosos para la salud y ambiente ya en práctica de la higiene industrial.

1.1.16 TLV's (Threshold Limit Value)

Los TLV's, valor límite umbral, valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, en que los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para la salud.

1.1.17 Evaluación higiénica cualitativa o higiene inversa

Debido a la multiplicidad, inexistencia de criterios de valoración y las dificultades de la medición ambiental, se ha desarrollado una vía de actuación en orden inverso, sin mediciones, a bajo costo, en donde se demuestra por otros medios de evaluación, una adecuada prevención y protección.

La evaluación higiénica cualitativa no se basa en datos cuantitativos sino en el estudio cualitativo de las variables que afectan al nivel de exposición, buscando predecir la exposición a través del análisis de cantidad utilizada, su volatilidad o pulverulencia, tipo de proceso y peligrosidad a partir de su ficha de seguridad. Así es que clasifica las operaciones estudiadas en bandas o grupos de riesgo potencial, a los que corresponden medidas preventivas.

Incluye la definición de las especificaciones de control en las instalaciones como aspectos de ventilación y cerramiento de los equipos, procedimientos de trabajo, los medios de protección individuales complementarios, y la validación del proceso mediante la comprobación del funcionamiento de los sistemas de control.



Finalmente la evaluación cuantitativa del riesgo residual mediante el muestreo de los contaminantes o sustancia que puede dar lugar a los efectos más graves, la más volátil o la de utilización más frecuente; para determinar la probabilidad de que se superen los límites de aceptabilidad y la magnitud del riesgo residual. Sin embargo esta fase no será necesaria por debajo de un determinado nivel de riesgo. Existen diversos modelos (Cavallé Oller, 2010):

1.1.17.1 COSHH ESSENTIALS, Control of Substances Hazardous to Health, (Gran Bretaña)

El departamento de salud y seguridad del Reino Unido (HSE), desarrolló los elementos esenciales para el control de sustancias peligrosas para la salud (COSHH ESSENTIALS), como una metodología cualitativa simplificada de control de riesgo con el objetivo de brindar a las pequeñas y medianas empresas un asesoramiento anticipado a bajo costo; en evaluaciones de riesgo, control de la exposición de los trabajadores a sustancias químicas, determinar las medidas de control que se deben tomar, y definir soluciones técnicas y organizativas durante la fase de diseño o proceso.

El modelo realiza primero una valoración cualitativa a través de la evaluación del riesgo y dependiendo del riesgo categorizado, desarrolla una metodología para concertar la medida de control; en donde a través de una visita al lugar de trabajo mientras se manipula la sustancia química, la ficha de datos de seguridad, los procedimientos de trabajo; recogen una serie de datos en una hoja "check-list" que conjuntamente con las frases R se usan para medir la toxicidad para la salud humana. (Lee, Slaven, Bowen, & Harper, 2011). Los controles de ingeniería recomendados dependen de la toxicidad de las sustancias junto con una estimación de la exposición.

Los pasos de evaluación y las variables utilizadas en la evaluación son: (Tischer, Bredendiek-Kämper, & Poppek, 2003)

1. Identificar a partir de las frases de riesgo (R) el grupo de peligro al que pertenece el agente peligroso.
2. Conocer las cantidades manipuladas.



3. Conocer el paso al ambiente de la sustancia.
4. Identificar el nivel de riesgo.
5. Encontrar la medida de control aplicable.

Se basa en el “CONTROL BANDING,” o control por zonas que agrupa a las sustancias de acuerdo a las frases de peligro R, en 5 grupos de peligro (A, B, C, D, E, S), siendo las sustancias que se encuentran en el grupo A las menos peligrosas y E las más peligrosas, y a través de la capacidad de la sustancia de pasar al ambiente y de las cantidades utilizadas asigna a la sustancia o mezcla de sustancias un nivel de protección y control del riesgo, que se identifican del 1 al 4.

A cada grupo de riesgo le corresponde un nivel de control que incluyen acciones dispuestas a minimizar la exposición:

1. Ventilación general y buenas prácticas de laboratorio.
2. Control de ingeniería, extracción localizada.
3. Confinamiento. Sistemas cerrados.
4. Especial, solución a través de un experto.

A pesar de la diversidad de métodos de CONTROL BANDING, sólo COSHH Essentials está lo suficientemente instaurado y desarrollado para ser objeto de los trabajos necesarios en una validación. (Novás et al., 2014)

El método proporciona soluciones prácticas mediante fichas de control fácilmente aplicables en situaciones frecuentes y muy variables; adicional COSHH Essentials permite corregir, en algunos casos, tanto el grupo de peligro como el nivel de protección en función de los límites de exposición profesional; LOAEL, mínima dosis de producto en la que se observa algún efecto adverso; porcentaje de un componente con R43 en una mezcla, posibilidad de sensibilización en contacto con la piel y duración de la actividad.

COSHH Essentials no aplica en los siguientes casos:

- Cuando la sustancia química se genera durante la propia actividad, como humos de soldadura.
- Productos químicos como pesticidas y medicamentos.



- Peligros de orden natural, como polvo de cereales.
- Agentes biológicos.
- Sustancias químicas gaseosas.
- Peligros relacionados con la seguridad (incendios, explosiones, etc.) y el medioambiente.

1.1.17.1.1 Grupos de riesgo de la sustancia química peligrosa de acuerdo a las frases R.

El riesgo que representa la exposición a una sustancia química a través de una ruta determinada se clasificó de acuerdo con las frases de riesgo R, referidas como concentraciones pragmáticas de exposición-control y aplicadas como guías para controlar la exposición por inhalación cuando falta otra información. ((NIOSH), 2009).

COSHH Essentials utiliza las frases R que indican peligros para la salud y grupo de peligro S que clasifica a la sustancia química como peligrosa o no por contacto con la piel y ojos. Se obtienen de la ficha de seguridad del producto y permiten clasificar la sustancia en cinco grupos de peligro (A, B, C, D o E y S), como se puede observar en las siguientes tablas 1 a la 6.



Tabla 1 Grupo de peligro A

Frase	Descripción
R36	Irrita los ojos.
R38	Irrita la piel.
R65	Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar.
R67	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.
R36/38	Irrita los ojos y la piel.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2017

Tabla 2 Grupo de peligro B

Frase	Descripción
R20	Nocivo por inhalación.
R21	Nocivo en contacto con la piel.
R22	Nocivo por ingestión.
R20/21	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
R20/21/22	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R20/22	Nocivo por inhalación y por ingestión.
R21/2	Nocivo por ingestión y en contacto con la piel.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2017



Tabla 3 Grupo de peligro C

Frase	Descripción
R23	Tóxico por inhalación.
R24	Tóxico en contacto con la piel.
R25	Tóxico por ingestión.
R34	Provoca quemaduras.
R35	Provoca quemaduras graves.
R37	Irrita las vías respiratorias.
R41	Riesgo de lesiones oculares graves.
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R23/24	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R23/24/25	Tóxico por inhalación, ingestión y en contacto con la piel.
R23/25	Tóxico por inhalación e ingestión.
R24/25	Tóxico por ingestión y en contacto con la piel.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.
R36/37/38	Irrita los ojos, piel y las vías respiratorias
R37/38	Irrita las vías respiratorias y piel.
R48/20	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R48/20/21	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/20/21/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, ingestión y contacto con la piel.
R48/20/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R48/21	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R48/21/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión y contacto con la piel.
R48/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2017



Tabla 4 Grupo de peligro D

Frase	Descripción
R26	Muy tóxico por inhalación.
R27	Muy tóxico en contacto con la piel.
R28	Muy tóxico por ingestión.
R40	Posibles efectos cancerígenos
R60	Puede perjudicar la fertilidad.
R61	Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R62	Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
R63	Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R64	Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
R26/27	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R26/27/28	Muy tóxico por inhalación, en contacto con la piel y por ingestión.
R26/28	Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
R27/28	Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R48/23	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.
R48/23/24	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/23/24/25	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.
R48/23/25	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.
R48/24	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R48/24/25	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R48/25	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2017



Tabla 5 Grupo de peligro E

Frase	Descripción
R40	Posibles efectos cancerígenos.
R42	Posibilidad de sensibilización por inhalación.
R45	Puede causar cáncer.
R46	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
R49	Puede causar cáncer por inhalación.
R68	Posibilidad de efectos irreversibles.
R42/43	Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2017

Tabla 6 Grupo de peligro S

Frase	Descripción
R20	Nocivo por inhalación.
R24	Tóxico en contacto con la piel.
R27	Muy tóxico en contacto con la piel.
R34	Provoca quemaduras.
R35	Provoca quemaduras graves.
R38	Irrita la piel.
R41	Riesgo de lesiones oculares graves.
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R66	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
R20/21	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
R21/22	Nocivo por ingestión y en contacto con la piel.
R23/24	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R24/25	Tóxico por ingestión y en contacto con la piel.
R26/27	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
R27/28	Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.



Grupo de peligro S

Frase	Descripción
R36/38	Irrita los ojos y la piel.
R37/38	Irrita las vías respiratorias y piel.
R42/43	Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.
R48/21	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R48/24	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.
R20/21/22	Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
R23/24/25	Tóxico por inhalación, ingestión y en contacto con la piel.
R26/27/28	Muy tóxico por inhalación, en contacto con la piel y por ingestión.
R36/37/38	Irrita los ojos, piel y las vías respiratorias.
R48/20/21	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/21/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión y contacto con la piel.
R48/23/24	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.
R48/24/25	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.
R48/20/21/22	Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, ingestión y contacto con la piel.
R48/23/24/25	Tóxico: Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2017



1.1.17.2 ICCT, Internacional, INTERNATIONAL CHEMICAL CONTROL TOOLKIT (OIT)

Desarrollado por la OIT (Oficina Internacional del Trabajo), método basado en el “CONTROL BANDING” que toma como base el COSHH Essentials, recoge una serie de datos en una hoja “check-list” para realizar evaluaciones de riesgo anticipadas, controlar los contaminantes químicos en el puesto de trabajo, y definir soluciones técnicas y organizativas durante la fase de diseño o proceso en función de su peligrosidad intrínseca (frases R, H), su capacidad de pasar al ambiente de trabajo y de la cantidad usada.

Se considera el riesgo de incendio, explosión y para el medio ambiente. Incluye una evaluación directa sobre el uso de pesticidas y sus formas de control, a diferencia del método COSHH Essentials.

Los pasos de evaluación y las variables utilizadas en la evaluación son las mismas que los empleados en el COSHH Essentials. (Novás et al., 2014) Así clasifica cada situación en cuatro grupos de riesgo y cada uno le corresponde un nivel de control dispuesto a reducir la exposición:

1. Ventilación general y buenas prácticas de laboratorio.
2. Control de ingeniería, extracción localizada.
3. Confinamiento. Sistemas cerrados.
4. Especial, solución a través de un experto.

1.1.17.3 EASY-TO-USE WORKPLACE CONTROL SCHEME FOR HAZARDOUS SUBSTANCES (Alemania)

Desarrollada por el instituto federal para la seguridad y salud ocupacional de Alemania, incorpora un modelo inspirado en COSHH Essentials, dirigida a pequeñas y medianas empresas que trabajan con sustancias químicas peligrosas sin límites de exposición profesional y considera los riesgos por vía inhalatoria y dérmica. Requiere información sobre la peligrosidad del producto, capacidad de pasar al ambiente, cantidades utilizadas, tipo y extensión de un posible contacto con la piel.



Se indican cuatro niveles de protección según sea el riesgo de manipulación y características toxicológicas del producto químico peligroso que incluyen soluciones alternativas a la situación actual, aspectos técnicos y organizativos, equipos de protección individual y criterios para comprobar la eficacia de las medidas de protección tomadas.

Requiere el uso de hojas de datos de seguridad actualizadas, pictogramas de peligro, frases R y punto de ebullición de la mezcla. A diferencia del método COSHH Essentials; incorpora modificaciones importantes a la clasificación de grupos de peligro en función de las frases R y pictogramas, en donde una sustancia que no se determine sus datos toxicológicos se asignará a los grupos de peligro B y HC.

No es aplicable en actividades con productos químicos que dispongan de límite de exposición profesional, productos con riesgos fisicoquímicos (fuego, explosión), productos químicos que se libera de otros productos (humos de soldadura, pirólisis, gases exhaustos, reacciones de descomposición, etc.) y actividades que requieren medidas de protección adicionales como trabajos en ambientes húmedos y demoliciones, manipulación de gases y riesgos medioambientales.

1.1.17.4 MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION SIMPLIFIÉE DU RISQUE CHIMIQUE (Francia)

Desarrollado por INRS (Instituto Nacional de investigación y seguridad), método simplificado del riesgo químico, seguridad y ambiente, basado en medidas técnicas y organizacionales, referido a sustituir los productos peligrosos y reducir el riesgo sin generar impactos ambientales.

A partir de cierto número de sustancias químicas peligrosas se jerarquiza las medidas preventivas. La metodología INRS basa su análisis incluyendo tres fases:



1. Inventario de sustancias químicas peligrosas, cantidad usada, frecuencia de uso, área de trabajo, peligrosidad, pictogramas, frases de riesgo, hojas de datos de seguridad, propiedades fisicoquímicas, etc.
2. Jerarquización de riesgos y combinación de valores de riesgo:
 - a) de exposición potencial (salud),
 - b) de incendio y explosión y
 - c) de impacto ambiental
3. Evaluación del riesgo, análisis del trabajo real y operación, medios de prevención para estimar el riesgo residual.

Utiliza un sistema homogéneo de puntuación del riesgo, lo cual facilita la toma de decisiones, para cada uno de los parámetros el método establece una categorización a la que se asocia una puntuación. De la combinación de las mismas, se obtiene una puntuación global para el riesgo en función de la cual se concluye el nivel del riesgo: bajo, moderado o muy elevado. (Novás et al., 2014). Utiliza la estimación del riesgo en donde:

- Puntuación del riesgo por inhalación = puntuación de peligro x puntuación de volatilidad x puntuación de proceso x puntuación de protección colectiva.
- Puntuación del riesgo cutáneo = puntuación de daño x puntuación de superficie corporal x puntuación de frecuencia.

Manipula también grupos homogéneos de exposición, como un conjunto de personas y puestos de trabajo, considerando una exposición de la misma naturaleza e intensidad. Utiliza las frases R y otras concepciones, como los límites de exposición profesional, y referencias de casos prácticos. No pondera la cantidad utilizada como kilos o toneladas por el contrario como cantidad relativa respecto al mayor consumo con lo cual se define las prioridades de actuación.

1.1.18 Medidas de prevención del riesgo químico

El principio de la prevención se basa en reducir o eliminar el riesgo y para ello se debe actuar en el origen. En el caso de la prevención del riesgo químico es



el de sustituir el agente de mayor peligrosidad por otro de menor grado y así alcanzar los mínimos valores ambientales posibles. (Condiciones & Trabajo, n.d.)

Por otro lado las buenas prácticas de laboratorio también contribuyen al ser el conjunto de requisitos científico-técnicos y organizativos que deben satisfacer los laboratorios para garantizar los medios de protección para preservar al personal del laboratorio y a las muestras de análisis.

1.2 Marco Reglamentario

Los reglamentos y normas a seguir para los trabajos en laboratorios se indican brevemente en la tabla 7:

Tabla 7 Reglamentos y normas para trabajos en laboratorios

Normativa	
Decreto ejecutivo 2393, Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.	Disposiciones y condiciones generales de trabajo, análisis y evaluación de equipos y herramientas para su manipulación, transporte y protección colectiva.
Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo resolución No. C.D.513.	Incluyen enfermedades profesionales u ocupacionales y sus mecanismos de prevención de riesgos del trabajo.
C155 - Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981.	Los empleadores deben garantizar que las sustancias químicas no involucren riesgos para la salud.
C170 - Convenio sobre los productos químicos, 1990.	Los empleadores deben prevenir las enfermedades y accidentes causados por los productos químicos en el trabajo.
Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Resolución 957. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.	El apropiado uso de sustancias, agentes y productos químicos a fin de prevenir los peligros inherentes a los mismos.



Normativa	
Código de Trabajo del Ecuador. TÍTULO IV De los riesgos del trabajo	Se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y accidentes.
NTE INEN-ISO 45001:2018. Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo-Requisitos con orientación para su uso (ISO 45001:2018, IDT).	Integra el bienestar del personal de una organización a través de su Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo que busca reducir lesiones y enfermedades ocupacionales.
NTE INEN 2266:2013. Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos. Requisitos.	Lineamientos de manejo, clasificación, etiquetado de productos químicos y recomendaciones de transporte.
Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas RAOH Decreto Ejecutivo 1215. CAPÍTULO III.	Manejo de productos químicos y señales de seguridad.
ACUERDO NO. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria CAPITULO VII Gestión de sustancias químicas peligrosas.	Plan de seguridad y salud ocupacional y gestión de sustancias químicas peligrosas.
NTE INEN-ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (ISO/IEC 17025:2017, IDT).	Control de factores de riesgo en laboratorios de ensayo que contribuye a prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
Guías técnicas y documentación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Notas Técnicas de prevención (NTP).	Disposiciones mínimas para la protección contra los riesgos por la presencia de agentes químicos en el trabajo. NTP 432: Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales. NTP 872: Agentes químicos: aplicación de medidas preventivas al efectuar la evaluación simplificada por exposición inhalatoria. NTP 936: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials.

Fuente: Guananga A., 2018

2 CAPÍTULO II LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

2.1 Ubicación geográfica

La Amazonía ecuatoriana está siendo impactada principalmente por la industria petrolera con el consecuente inadecuado manejo de los desechos que producen las empresas y población del sector. En esta zona se desarrolla un laboratorio de análisis químico ambiental que a través de la manipulación de sustancias químicas por parte de sus trabajadores lleva a cabo diferentes análisis de utilidad para esta industria.

El laboratorio de análisis químico ambiental se ubica en la ciudad de Francisco de Orellana, provincia de Orellana, su dirección es Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Aluminia, barrio Con Hogar. Lo cual se muestra en la figura 1.



Figura 1 Ubicación del laboratorio de análisis químico ambiental

Fuente: Google maps, 2017

El área de influencia directa es donde se ubica el laboratorio, debido a los impactos ambientales generados por las actividades propias de laboratorio; alrededor aproximadamente de unos 100 m se ubica el área de influencia

indirecta, debido a posibles alteraciones como incendios con afectación a las estructuras cercanas.

2.2 Descripción del laboratorio

El laboratorio de análisis químico ambiental presta servicios a la industria petrolera desde el año 2013, con sede en la ciudad de Francisco de Orellana, en la Amazonía Ecuatoriana.

El laboratorio cuenta con ensayos acreditados por el servicio de acreditación ecuatoriano, mantiene implementado un sistema de gestión de calidad acorde con los requisitos de la norma técnica ecuatoriana INEN ISO/IEC 17025:2006, internacionalmente reconocida para evaluar la competencia técnica de laboratorios de ensayo y calibración.

Ofrece servicios de monitoreo y control ambiental de los recursos agua, suelos y alimentos, que han sufrido impactos ambientales negativos resultantes de diversas actividades humanas principalmente a nivel industrial, enfocándose en las áreas de análisis microbiológicos y fisicoquímicos para el área ambiental hidrocarburífera.



Figura 2 Laboratorio de análisis químico ambiental

Fuente: Guananga A., 2017

Cuenta con instalaciones y equipos calibrados dotados con tecnología de punta para prestar servicios analíticos, con eficaces controles de calidad y personal altamente capacitado para realizar los ensayos de los parámetros más importantes establecidos en las reglamentaciones de nuestro país.

El espacio físico del laboratorio se divide en áreas administrativas y atención al cliente, almacén, instrumental, analítica, microbiológica y área instrumental de absorción atómica, como se indica en la figura 3.

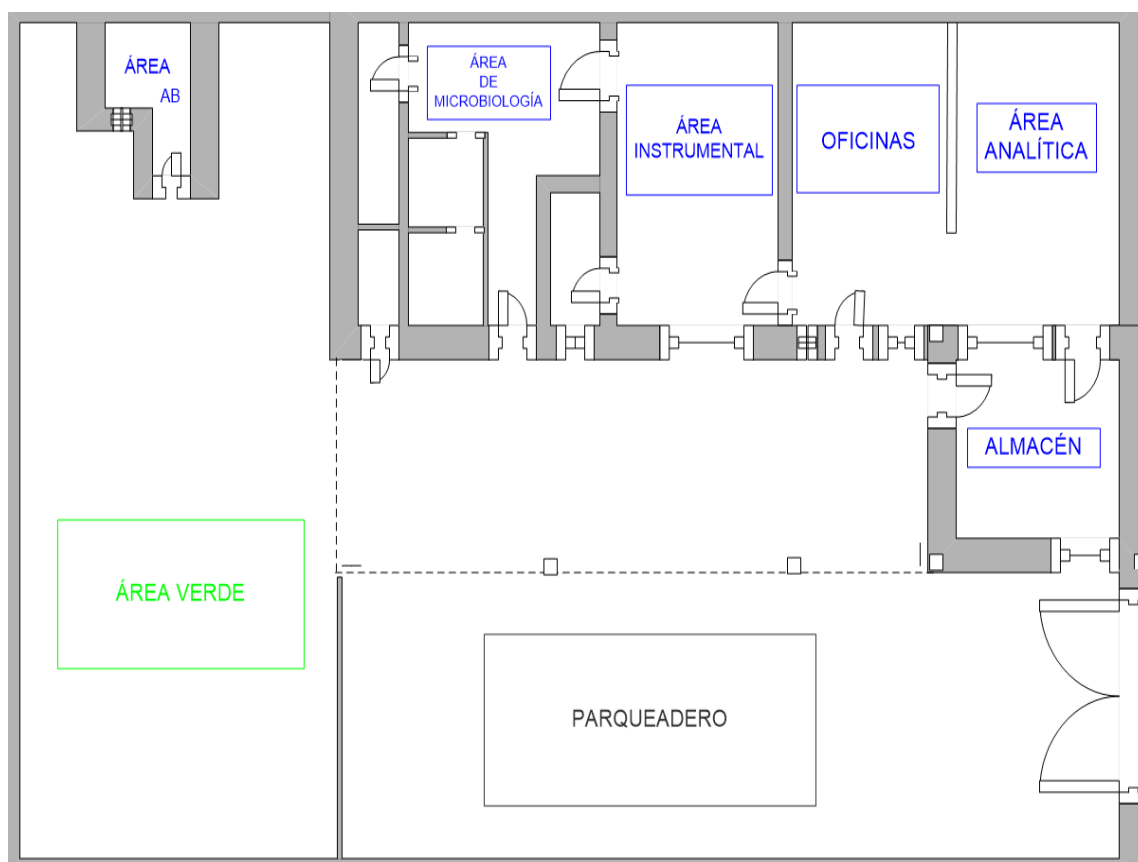


Figura 3 Esquema del Laboratorio de análisis químico ambiental

Fuente: Laboratorio de análisis químico ambiental, 2017

Existe la separación de áreas bien definidas y separadas cada una, en las que se efectúan actividades no compatibles para evitar contaminación o afectación de equipos, existe un área destinada para almacenamiento de sustancias potencialmente peligrosas y equipos sensibles a humedad, interferencias, etc.



Las áreas del laboratorio se describen a continuación:

Área analítica: es de piso de porcelanato y mesones de porcelanato y madera. Incluye el área de balanzas para pesaje de sólidos y almacenamiento de muestras a ensayar.

Área instrumental: es de piso de porcelanato y mesones de madera. Posee un área donde se realiza análisis físicos químicos y otra exclusiva para determinación de metales pesados por absorción atómica.

Área de microbiología: es de piso de baldosa cerámica, paredes y mesones de madera. Se identifica un área para preparación de medios, muestras, material para análisis, incubación, lectura e interpretación de resultados y otra específica para siembra que incluye la sección de esterilización de material limpio.

Almacén: es de piso de baldosa cerámica, donde se almacenan equipos y material de laboratorio disponibles de venta.

Todas las divisiones poseen instalaciones eléctricas adecuadas que cumplen con las necesidades de voltaje para cada equipo.

En el laboratorio laboran 4 trabajadores de diferentes partes del país y edad distribuidos en funciones simultáneas en dos jornadas de trabajo, una de 14 días de trabajo y 7 días de descanso, y la otra de lunes a viernes en horario de 08h00 hasta las 18h00. Todo el personal laboran en el laboratorio al menos un año con ello poseen amplia experiencia en las actividades realizadas considerando que ha existido escasa rotación de personal.

Hasta el momento no se ha considerado un sistema de gestión de seguridad establecido que incluya un reglamento interno de seguridad y salud del trabajo, y programas específicos en gestión de la seguridad e higiene industrial. Cuenta con un plan de manejo ambiental, que incluye el plan de salud y seguridad ocupacional, sin embargo no se ha llevado a cabo antes este tipo de investigación. Tampoco existen registros de accidentes e incidentes presentados en las actividades del laboratorio.



El laboratorio no genera gran cantidad de desechos, los residuos generados son variables, y está en función del número de muestras ingresadas durante el mes, principalmente corresponden a plástico, papel y vidrio. Los diferentes envases de muestras de agua contribuyen al plástico, el papel generado durante los análisis, limpieza del área de trabajo, y aspectos administrativos. Los residuos líquidos se generan del lavado de material de laboratorio, análisis realizados y muestras de agua analizadas, los residuos sólidos corresponden a la eliminación de las muestras de suelos analizadas.

Las actividades productivas que el laboratorio obtiene de su servicio, son destinadas a su autofinanciamiento y garantizan de esta forma, los recursos para el funcionamiento de sus diferentes áreas de trabajo.

2.2.1 Procesos del servicio del laboratorio de análisis químico ambiental

El laboratorio aplica varios procedimientos analíticos para determinar diferentes variables en análisis físico-químicos y microbiológicos en aguas de consumo humano, aguas naturales, descargas líquidas, suelos, lixiviados, alimentos y afines, a través de técnicas como electrometría, volumetría, espectrofotometría UV-Visible, espectrofotometría infrarroja, absorción atómica, cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), gravimetría, filtración por membrana, que incluyen el manejo de una amplia gama de cultivos microbiológicos, solventes, estándares, materiales de referencia y sustancias químicas.

Si el cliente requiere el personal de laboratorio realiza la toma de muestra, ya en el laboratorio se realizan las comprobaciones de identificación única, cadena de custodia del cliente, envases de acuerdo a los requerimientos del método de ensayo antes de ingresarlas al área analítica, instrumental o microbiológica.

Se establece la solicitud de análisis y servicios y se realiza el análisis solicitado por el cliente de acuerdo a los instructivos de laboratorio establecidos. Se registra los datos del ensayo en las hojas de trabajo o protocolos, una vez obtenidos los resultados de análisis por los técnicos, se emite el informe final, que será entregado al cliente. Una vez finalizado el ensayo y en función de los

resultados, se procede al almacenamiento, inutilización y desecho o evacuación de la muestra analizada.

El diagrama de procesos del servicio que brinda el laboratorio de análisis químico ambiental se muestra en la figura 4.

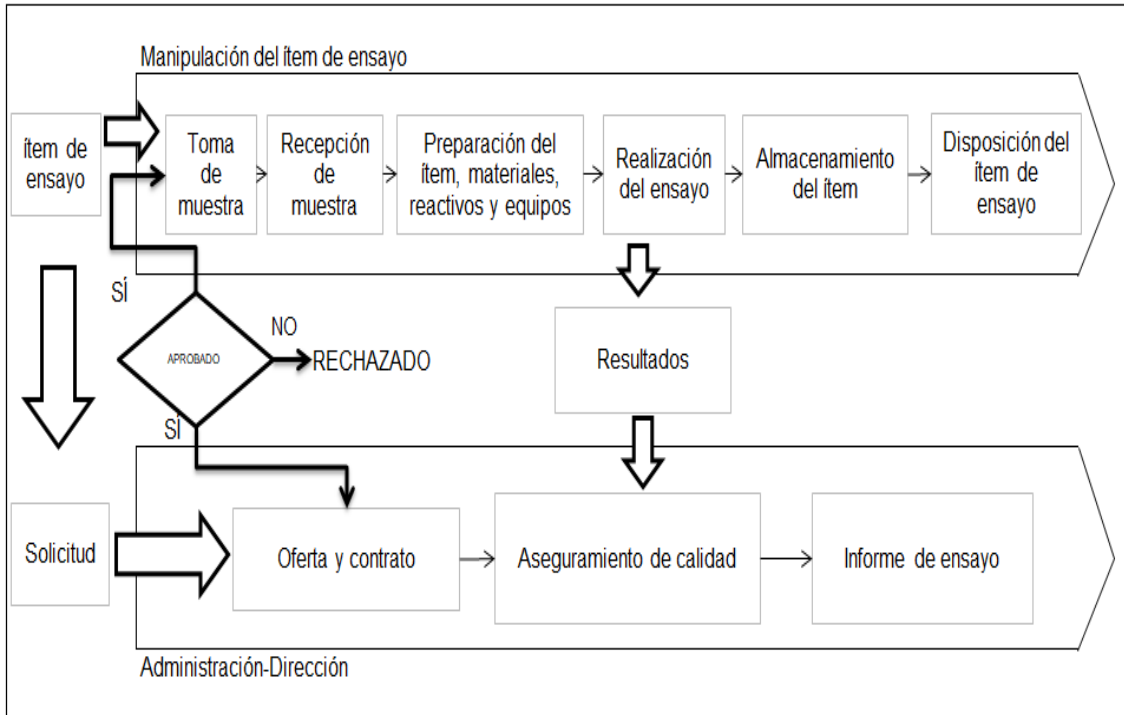


Figura 4 Diagrama de procesos del laboratorio

Fuente: Guananga A., 2017

Las actividades de cada área del laboratorio de análisis químico ambiental se detallan en la tabla 8:



Tabla 8 Áreas del laboratorio de análisis químico ambiental

ÁREA	PROCESO ANALIZADO	ACTIVIDADES
Dirección	Administración	Representación legal, planificación y dirección. Provisión de los recursos. Solicitud de ofertas y contratos.
	Dirección Técnica	Planificación, seguimiento y control de actividades técnicas. Validación de métodos. Elaboración de informes y entrega de resultados.
	Aseguramiento de Calidad	Planificación, seguimiento y control de calidad.
Recepción	Toma de muestras	Identificar el área/tomar coordenadas. Acondicionar envases. Tomar y etiquetar la muestra. Preservar la muestra. Llenar cadena de custodia.
	Recepción de muestras	Atención al cliente. Ingreso y distribución de muestras.
Instrumental/ Analítica/ Microbiológica	Preparación de materiales, reactivos y equipos	Lavado y secado de materiales volumétricos. Preparación de soluciones y estándares. Encendido, verificación y calibración de equipos.
	Determinación de analitos	Acondicionamiento de muestra al ambiente. Desarrollo de la técnica: adición de reactivos, medición en equipo. Registro de resultados.
	Control de calidad de ensayos	Acondicionamiento de estándar al ambiente. Desarrollo de técnica: adición de reactivos, medición en el equipo. Verificación de criterios de aceptación y rechazo.
	Almacenamiento y disposición de muestras	Conservación de muestra. Eliminación de muestras. Disposición de envases.

Fuente: Guananga A., 2017



2.2.2 Ensayos del laboratorio de análisis químico ambiental

El laboratorio de análisis químico ambiental ofrece servicios de monitoreo y control ambiental de los recursos agua, suelos y alimentos realizando ensayos en las siguientes variables, como se muestra en la tabla 9:

Tabla 9 Ensayos del laboratorio de análisis químico ambiental

Ensayo	Técnica	Método de referencia
Sólidos totales disueltos	Electrometría	Standar Methods 2012 Ed. 22. 2510 B
pH	Electrometría	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 H+ B
Conductividad eléctrica	Electrometría	Standard Methods, Ed. 22. 2012 2510 B
Sólidos totales	Gravimetría	Standard Methods, Ed. 22. 2012 2540 B
Dureza total	Volumetría	Standard Methods, Ed. 22. 2012 2340 C
Cloruros	Volumetría	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 Cl- B
Cloro libre residual	Espectrofotometría UV-Vis	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 Cl G
Cloro residual total	Espectrofotometría UV-Vis	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 Cl G
Nitritos (N-NO ₂), Nitritos (NO ₂)	Espectrofotometría UV-Vis	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 NO ₂ B
Sulfatos	Espectrofotometría UV-Vis	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 SO ₄ E
Fenoles	Espectrofotometría UV-Vis	DIN 38409-H16-1(1984)
Nitratos	Espectrofotometría UV-Vis	Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 NO ₃ B
Detergentes	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8028. 1996
Color aparente y color real	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8025 Standard Methods, Ed. 22. 2012 2120
Demanda química de oxígeno (DQO)	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8000 Standard Methods, Ed. 22. 2012 5220 D
Nitrógeno amoniacal	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8038, Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500 NH ₃ B, C
Turbidez	Nefelometría	Standard Methods, Ed. 22. 2012 2130 C



Ensayo	Técnica	Método de referencia
Cianuros libres	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8027
Fosfatos, Fósforo	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8048
Oxígeno disuelto (OD)	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8311
Sulfuro de hidrógeno	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8131
Fluoruros	Espectrofotometría UV-Vis	HACH 8029
Calcio (Ca), Dureza cálcica, Dureza magnésica	Volumetría	Standard Methods, Ed. 22. 2012 2340 C
Cobre (Cu), Hierro (Fe), Antimonio (Sb), Sodio (Na), Manganeso (Mn), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn), Níquel (Ni), Aluminio (Al), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Plomo (Pb), Potasio (K)	Espectrofotometría de absorción atómica – Llama	Standard Methods, Ed. 22. 2012 3111 B
Bario (Ba), Vanadio (V), Molibdeno (Mo)	Espectrofotometría de absorción atómica – Llama	Standard Methods, Ed. 22. 2012 3111 D
Arsénico (As), Selenio (Se)	Espectrofotometría de absorción atómica – Generador de hidruros	Standard Methods, Ed. 22. 2012 3114B – 4d, 3114 C
Hidrocarburos totales de petróleo (TPHs)	Espectrofotometría infrarrojo	EPA 418.1, 1978
Coliformes totales	Filtración por membrana	Standard Methods 2012, Ed 22. 9222 B
Coliformes fecales	Filtración por membrana	Standard Methods 2012, Ed 22. 9222 D
Escherichia coli	Filtración por membrana	Standard Methods 2012, Ed 22. 9222 H
Hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP's: Fluoranteno, Benzo (B) Fluoranteno, Benzo (k) Fluoranteno, Benzo (G, H, I) Perileno, Benzo (A) Pireno, Indeno 1,2,2 c-d pireno	Cromatografía Líquida de Alta Presión-HPLC con detector de fluorescencia	Estándar Methods. 2012 Ed. 22 6440 B

Fuente: Guananga A., 2017



3 CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Muestreo

La investigación es descriptiva y se realizó in situ, lo que ha permitido un conocimiento adecuado de las características del entorno en el que se desarrolla las actividades de laboratorio.

La recolección de información se realizó mediante visitas técnicas, entrevistas personales, levantamiento de información en el laboratorio e investigación bibliográfica pertinente. Se realizó un reconocimiento del ambiente físico que incluyó condiciones ambientales, ventilación, elementos de seguridad y dispositivos que puedan relacionarse con la incidencia del riesgo químico presente pudiendo establecer las áreas y los procesos con sus actividades y los factores de riesgo químico.

La toma de datos se realizó durante el período noviembre del 2017 a mayo del 2018 en el laboratorio, así se llevó a cabo una investigación de campo en la que se identificó, analizó y evaluó el ambiente laboral de los trabajadores en el laboratorio.

3.2 Procedimiento

Se siguieron las etapas que se indican a continuación:

1. Revisión bibliográfica, normativa reglamentaria y recursos digitales que incluyeron investigaciones previas, artículos, revistas y otras contribuciones en publicaciones y sitios web de organizaciones reconocidas en el ámbito de seguridad.
2. Análisis de las condiciones y ambiente de trabajo, se analizaron cada una de las actividades de laboratorio, los equipos que se utilizan y las actividades de los trabajadores.
3. Estudio de los procedimientos de trabajo aplicados para la determinación de analitos en el laboratorio.
4. Identificación, análisis del uso y manipulación de las sustancias químicas empleadas en los análisis de laboratorio.



5. Aplicación de los fundamentos de la evaluación higiénica cualitativa por el método COSHH ESSENTIALS.

3.2.1 Análisis cualitativo por el método COSHH ESSENTIALS

Se recolectó información general del laboratorio de análisis químico ambiental, se observó cada uno de los métodos aplicados y haciendo un inventario, se identificó las sustancias químicas peligrosas usadas en el laboratorio.

Posterior al análisis de sus fichas de seguridad se clasificó a las sustancias químicas según su afectación a la salud de acuerdo a sus frases R y en algunos casos se relacionó con sus correspondientes frases H, para ello se usó la tabla de correspondencias del anexo VII del Reglamento (CE) No. 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Oficial et al., 2008) como se muestra en la tabla 10.

Se agrupó en 5 grupos de peligro asignando a cada sustancia química el grupo A, B, C, D, E y S (Condiciones & Trabajo, 2008)

- A Irritantes para ojos/piel; narcóticos
- B Nocivos
- C Tóxicos
- D Muy tóxicos; cancerígenos, categoría: 2
- E Cancerígenos Categoría: 1A, 1B Mutagénicos sensibilizadores
- S. Protección de piel y ojos.



Tabla 10 Frases R y Frases H

Grupo de peligro	Frases R	Frases H
A	R36, R38, R65, R67, R36/38	H319, H315, H304, H336, H304/H336
B	R20, R21, R22, R20/21, R20/21/22, R20/22, R21/22	H332, H312, H302, H332/H312, H332/H312/H302, H332/H302, H312/H302
C	R23, R24, R25, R34, R35, R37, R41, R43, R23/24, R23/24/25, R23/25, R24/25, R36/37, R36/37/38, R37/38, R48/20, R48/20/21, R48/20/21/22, R48/20/22, R48/21, R48/21/22, R48/22	H331, H330, H311, H301, H314, H335, H318, H317, H331/H330/H311, H331/H330/H311/H301, H331/H330/H301, H311/H301, H319/H335, H319/H335/H315, H335/H315, H373
D	R26, R27, R28, R40, R60, R61, R62, R63, R64, R26/27, R26/27/28, R26/28, R27/28, R48/23, R48/23/24, R48/23/24/25, R48/23/25, R48/24, R48/24/25, R48/25	H330, H310, H300, H351, H360, H361, H362, H330/H310, H330/H310/H300, H330/H300, H310/H300, H372
E	R40, R42, R45, R46, R49, R68, R42/43	H351, H334, H350, H340, H350i, H341, H334/H317
S	R20, R24, R27, R34, R35, R38, R41, R43, R66, R20/21, R21/22, R23/24, R24/25, R26/27, R27/28, R36/37, R36/38, R37/38, R42/43, R48/21, R48/24, R20/21/22, R23/24/25, R26/27/28, R36/37/38, R48/20/21, R48/21/22, R48/23/24, R48/24/25, R48/20/21/22, 48/23/24/25	H332, H311, H310, H314, H319, H315, H318, H317, EUH066, H332/H312, H312/H302, H331/H330/H311, H311/H301, H330/H310, H310/H300, H319/H335, H304/H336, H335/H315, H334/H317, H373, H372, H332/H312/H302, H331/H330/H311/H301, H330/H310/H300, H319/H335/H315

Fuente: Guananga A., 2018

Para conocer las cantidades utilizadas se consideró cualitativamente el consumo de las sustancias en los análisis realizados en el laboratorio según las unidades en que fueron medidas de acuerdo a los instructivos técnicos de

ensayo aplicados y las muestras ingresadas durante el período de estudio; el promedio mensual corresponde a 150 muestras:

- Pequeña: cantidad usada en gramos o mililitros
- Mediana: cantidad usada en kilogramos o litros
- Grande: cantidad usada en toneladas o metros cúbicos

Para la tendencia de la sustancia química de pasar al ambiente se consideró la volatilidad de líquidos y la pulverulencia de sólidos determinadas como baja, media y alta.

La volatilidad para líquidos fue determinada en función del punto de ebullición y de la temperatura de trabajo promedio. De la figura 5 resultan los criterios de clasificación:

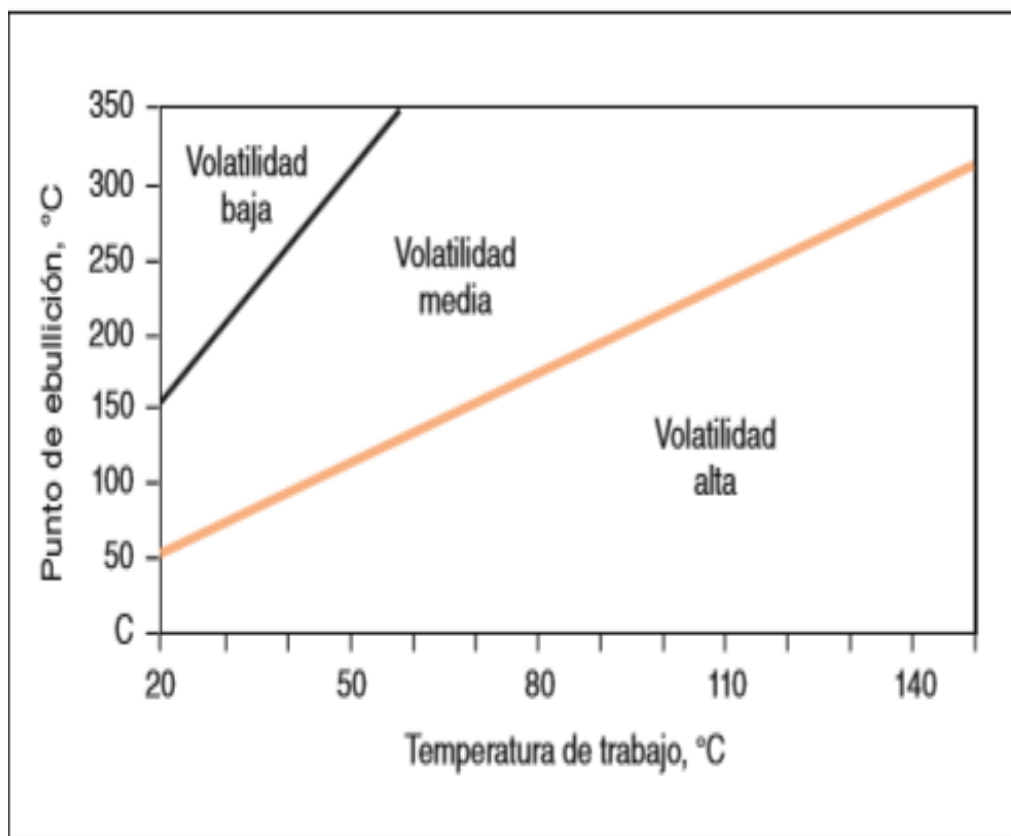


Figura 5 Volatilidad de los líquidos

Fuente: Nota técnica de prevención NTP 936, 2018



- Volatilidad baja: si el punto de ebullición \geq (5 Temperatura de trabajo + 50)
- Volatilidad media: Si $(2 \text{ Temperatura de trabajo} + 10) \geq$ punto de ebullición \leq (5 Temperatura de trabajo + 50).
- Volatilidad alta: si el punto de ebullición \leq (2 Temperatura de trabajo + 10).

En el caso de sólidos, la pulverulencia es la tendencia de la sustancia química a formar polvo:

- Pulverulencia baja: sustancias químicas que durante su manipulación en el análisis de laboratorio no se evidencia polvo, principalmente sustancias en forma de pellets.
- Pulverulencia media: para sólidos cristalinos y granulares que durante su manipulación generan polvo que se ve pero se deposita rápidamente.
- Pulverulencia alta: para polvos finos y ligeros que al manipularlos forman nubes de polvo que se mantienen en suspensión durante unos minutos.

Las sustancias químicas en estado gaseoso no fueron analizadas.

Ya con la información descrita se determinó el nivel de riesgo y control de la sustancia química peligrosa, haciendo uso de la tabla 11 resultó una asignación en un nivel del 1 al 4.

En cada nivel de riesgo se estableció la medida de control y las recomendaciones que ayudaron a implementarla con una serie de acciones orientadas a reducir la exposición.



Tabla 11 Determinación del nivel de riesgo por exposición a sustancias químicas

Grupo de peligro	Cantidad utilizada	Volatilidad o pulverulencia			
		Volatilidad o pulverulencia Baja	Volatilidad Media	Pulverulencia Media	Volatilidad o pulverulencia Alta
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande	1	1	2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	En todas las situaciones y para todas las sustancias del grupo E corresponde el nivel de riesgo 4				

Fuente: Nota técnica de prevención NTP 936, 2018

1. Ventilación general y buenas prácticas de laboratorio MC1.

Establecen medidas para el riesgo leve considerado para sustancias químicas designadas como A y B, y C, cuando la cantidad manipulada de la sustancia química es baja, y presentan poca tendencia a pasar al ambiente. Las medidas recomendadas son:



Establecer un programa de manejo de sustancias químicas y comunicación de peligros, que incluya las directrices para:

- Obtener información de sustancias químicas, hoja de datos de seguridad.
- Señalización y sistemas de rotulación.
Nombre del producto.
Calificación de niveles de riesgo.
Niveles de riesgo a la salud, inflamabilidad y peligros físicos.
Equipo de protección personal requerido.
- Almacenamiento de químicos.
- Entrenamiento, capacitación y sistemas complementarios de comunicación de riesgos.
- Inventario de sustancias químicas.
- Despacho de químicos, lista de chequeo.
- Auditorías.

Asegurar una ventilación en general y seguir procedimientos generales que incluyan las directrices para:

- Instalaciones y condiciones ambientales adecuadas.
- Condiciones óptimas de operación.
- Acondicionamiento ambiental del laboratorio independiente y exclusivo.
- Sistema de aire acondicionado.
- Control de focos de calor como estufas, incubadoras, autoclaves, digestores, muflas, mecheros, baños, mantas de calentamiento, calentadores, equipos analíticos que trabajan a temperatura elevada como cromatógrafos de gases, espectrofotómetros de absorción atómica, etc.

Procedimientos generales para asegurar el cumplimiento de buenas prácticas de laboratorio:

- Medidas de seguridad y precauciones que debe adoptar el personal de laboratorio, vestimenta y normas de higiene personal.



- Orden y limpieza.
- Instalaciones y ambiente, drenajes, superficies de laboratorio resistentes y de fácil limpieza.
- Procedimientos estándar de operación y trabajo seguros como instructivos técnicos, operativos, calibración, verificación, limpieza y uso de equipos.
- Organización y personal.
- Programa de garantía de calidad.
- Planificación e implementación.
- Guía sobre bioseguridad, disponer elementos de seguridad industrial, duchas de seguridad, detector de incendios, extintores, fuentes lavaojos, etc.
- Almacenamiento y utilización de sustancias químicas, envases cerrados si no están en uso.
- Compatibilidad química.
- Prácticas de higiene en el laboratorio, evitar contaminación cruzada, no ingerir alimentos y bebidas.
- Acciones en caso de derrames, fugas y accidentes.
- Gestión de envases y desechos contaminados.
- Atención a clientes, recepción y manipulación de muestras.

2. Control de ingeniería, extracción localizada MC2.

Se trata de medidas específicas de prevención para el control del riesgo a fin de reducir la concentración de las sustancias químicas en el ambiente y alcanzar niveles bajos como sea posible a través de extracción localizada. Las medidas recomendadas son:

Instalación y mantenimiento de los sistemas de extracción localizada:

- Uso de campana de extracción y verificación de la capacidad de aspiración.
- Uso de cabinas de flujo laminar.
- Uso de extractores.



Establecer un procedimiento general de gestión de equipos, que incluya las directrices para:

Describir el sistema de gestión y mantenimiento de equipos de seguridad, medida y ensayo para garantizar la disponibilidad y correcto funcionamiento de éstos, inclusive conductos para extracción localizada y sistemas de aire acondicionado.

3. Confinamiento. Sistemas cerrados MC3.

Medidas que intentan asegurar que no existe la posibilidad de que la sustancia química pase al ambiente durante su manipulación.

Las medidas recomendadas son:

Establecer áreas específicas, condiciones estructurales y modelos estándar de laboratorios:

- Limitación de áreas de acuerdo a análisis de laboratorio como analítica, instrumental, microbiológica, área de absorción atómica, preparación de soluciones, área de pesaje y balanzas.
- Limitación de áreas de laboratorio para manipulación, almacenamiento, conservación y disposición de acuerdo a la matriz de muestras de agua, suelos y alimentos.
- Procedimientos escritos para operaciones especiales, evitar contaminación cruzada, diseños que permitan la purga y limpieza de sistemas o áreas.

Establecer procedimientos generales para pesada de sólidos

- Mantener el envase cerrado si no se usa.
- Transferencia de sólidos.
- Precauciones de manipulación.
- Llenado de envases pequeños.
- Mezclado de sólidos.
- Mezclado de sustancias, preparación de soluciones, análisis de reacciones químicas.



Establecer procedimientos generales para trasvase de líquidos.

- Mantener el envase cerrado si no se usa.
- Transferencia mediante bombas o dispensadores automáticos.
- Llenado de envases pequeños.
- Precauciones de manipulación.
- Mezclado de líquidos con sólidos.
- Mezclado de sustancias, preparación de soluciones, análisis de reacciones químicas.

4. Especial, solución a través de un experto MC4.

Considerando la manipulación de sustancias con toxicidad moderada en grandes cantidades o extremadamente tóxicas y que pueden pasar fácilmente al ambiente, y sustancias cancerígenas y/o mutágenas es estrictamente necesario adoptar medidas diseñadas con asesoría de un experto.

Las medidas recomendadas son:

- Estudio cuantitativo de la exposición a través de mediciones cuantitativas periódicas y estadísticamente representativas de concentración ambiental como técnicas de lectura directa a través de tubos colorimétricos específicos a fin de tomar decisiones.
- Exámenes ocupacionales específicos al trabajador, consultar al médico ocupacional.
- Limitación de la cantidad de la sustancia química y trabajadores expuestos.
- Reducción de tiempo de exposición y rotación de personal.
- Rediseño del procedimiento de trabajo e instructivo técnico de análisis que incluya la sustitución de la sustancia química.
- Rediseño de las instalaciones del laboratorio, implementar elementos de seguridad adicionales.
- Capacitación y comunicación del riesgo a la salud del trabajador.
- Aprobación de uso de sustancias químicas.
- Medidas de emergencia.



S. Protección de piel y ojos MCS.

El uso del equipo de protección durante la realización de los análisis de laboratorio inclusive en operaciones de limpieza, mantenimiento, disposición, fugas y derrames. La selección del equipo de protección se realizará según las frases R de la sustancia química.

Las medidas recomendadas son:

- Uso de equipos de protección, protección de piel y ojos
- Establecer los procedimientos para la selección de equipos de protección.
- Selección de respiradores con filtros específicos según los productos químicos.
- Registro de cambios de filtros y mantenimiento de equipos de protección.
- Protección de traje entero, vestimenta adecuada, calzado de seguridad.
- Capacitación y uso adecuado del equipo de protección.

Todo lo descrito se sintetizó en el anexo 2; formatos de registro CHECKLIST de la evaluación cualitativa de riesgos químicos por el método COSHH ESSENTIALS, SHI-UC-02; en busca de especificaciones de control y contención, procedimientos de trabajo seguros y los medios de protección individual complementarios.



4 CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis de las condiciones de trabajo

El laboratorio mantiene implementado un sistema de gestión de la calidad conforme a la norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006, que permite organización de responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos que se establecen para llevar a cabo las actividades rutinarias.

Disponen de procedimientos generales e instructivos técnicos que describen cómo se realizan todas las actividades de laboratorio, de los ensayos, calibraciones, verificaciones y uso de equipos. A parte del manual de calidad se tienen hojas de trabajo o protocolos de reporte para cada método analítico. En cada lote de muestras se analiza soluciones estándares de concentración conocida y con criterios de aceptación y rechazo establecidos según la muestra analizada a fin de asegurar el cumplimiento de procedimientos y resultados.

El laboratorio asegura el control del acceso a las instalaciones, el orden y limpieza del laboratorio. El acceso a las distintas áreas está restringido y controlado para personal autorizado. Si un cliente requiere acceso, se adoptan las medidas específicas que garantizan protección personal y confidencialidad. Las instalaciones se mantienen limpias y ordenadas, se asigna la responsabilidad a los analistas ya que no hay personal específico para actividades de limpieza.

Las condiciones ambientales del laboratorio son controladas diariamente para asegurar el adecuado funcionamiento de los equipos y realización de ensayos., para ello se dispone de unidades acondicionadoras de aire, registradores de temperatura y humedad. En todos los instructivos técnicos se documentan los requisitos técnicos relativos a las condiciones ambientales de acuerdo al análisis realizado. En caso de realizar los ensayos fuera del laboratorio, se comprueba que las condiciones ambientales son adecuadas para su correcta



ejecución. Durante el período de estudio la temperatura mínima fue 20°C y temperatura máxima 26°C.

El laboratorio dispone de cuatro trabajadores expuestos diariamente por manipulación de sustancias químicas peligrosas en actividades de análisis de laboratorio, quienes laboran en horario de 08h00 a 18h00 realizando funciones simultáneas, los principales aspectos se indica en la tabla 12:

Tabla 12 Personal del laboratorio de análisis químico ambiental

Número de trabajadores	Cargo principal	Funciones simultáneas	Formación	Edad años	Jornada de trabajo
1	Administrador	Director técnico	Ingeniero Químico	47	14 días de trabajo/ 7 días de descanso
2	Responsable de calidad	Responsable de área microbiológica	Ingeniero Químico	30	Lunes a viernes
3	Responsable de área físico química	Asistente de la dirección técnica Técnico de laboratorio	Ingeniero en Biotecnología ambiental	27	14 días de trabajo/ 7 días de descanso
4	Asistente de laboratorio	Recepcionista Secretaria Personal de apoyo	Bachiller	18	Lunes a viernes

Fuente: Guananga A., 2018

El personal es capacitado continuamente en la correcta aplicación de los diferentes elementos del sistema de gestión de calidad conforme a la norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 y en general según requerimientos y necesidades, para tal efecto se realiza capacitación interna o externa. Toda actividad está restringida al personal responsable y calificado para esas actividades, las mismas son supervisadas y coordinadas por el director técnico del laboratorio.

El laboratorio cuenta con variedad de equipos usados en los diferentes análisis de laboratorio, distribuidos en las diferentes áreas considerando contaminación cruzada, sensibilidad, corrientes de aire e interferencias en la realización de



análisis. Los equipos de laboratorio disponibles se indican en las tablas 13 y 14.

Tabla 13 Equipos del área analítica e instrumental

EFQ Equipos del área analítica e instrumental
Estufa, pH metro, conductímetro, termocupla, balanza analítica, sistema de filtración millipore, espectrofotómetro HACH, digestor HACH, rotavapor, OxiTop, espectrofotómetro UV, equipo para cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), ultrasonido, agitador magnético, desecador de cabina, desecador de diámetro 30cm, desecador de diámetro 12cm, termómetro, columna del equipo para cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), termohigrómetro área analítica, termohigrómetro área instrumental, reverbero, sorbona, licuadora, bomba de filtración al vacío, refrigeradora panorámica, balanza técnica, digestor TECHICON, espectrofotómetro infrarrojo infracal, mufla, horno de microondas, espectrofotómetro de absorción atómica, horno de secado, termómetro digital, masas patrón, cronómetro patrón, termohigrómetro patrón, termómetro de precisión patrón.

Fuente: Guananga A., 2018

Tabla 14 Equipos del área de microbiología

EMB equipos del área de microbiología
Bomba de filtración al vacío, cámara de flujo laminar, refrigeradora indurama, incubadora, autoclave, vortex mixer, incubadora mediana, termómetro, termómetro de incubadora, termómetro de refrigeradora, sistema de filtración (rampa), esterilizador (autoclave), refrigeradora, embudos de filtración, termohigrómetro.

Fuente: Guananga A., 2018

El mantenimiento de equipos se realiza a través de un programa establecido, interno o externo, para el efecto existen registros, fichas de control en los cuales se documenta el mantenimiento preventivo y correctivo.



Todo el personal de laboratorio utiliza la sorbona durante la manipulación de sustancias químicas y hace uso del equipo de protección personal durante las actividades de laboratorio. No existen sensores de detección de humos e incendios, extractores, señalización de rutas de evacuación y puerta de emergencia, duchas ni fuentes lavaojos. Los elementos disponibles que contribuyen a la seguridad se indican en la tabla 15.

Tabla 15 Elementos de seguridad

Elementos de seguridad	
DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
Unidad de aire acondicionado Sorbona Extintor de polvo químico seco	Área instrumental
Cámara de flujo laminar Unidad de aire acondicionado	Área de microbiología
Unidad de aire acondicionado	Área analítica
Unidad de aire acondicionado	Área instrumental, Absorción atómica
Equipos de protección personal: mandiles de laboratorio, guantes, gafas, respiradores de media cara y de cara completa para vapores orgánicos y gases ácidos, calzado de seguridad.	Todo el personal

Fuente: Guananga A., 2018

4.1.2 Procesos de análisis en el laboratorio de análisis químico

Los procesos del servicio del laboratorio de análisis químico ambiental se enmarcan en el desarrollo de los instructivos y procedimientos analíticos aplicados para la determinación de analitos para monitoreo y control ambiental de los recursos agua, suelos y lixiviados, el diagrama de proceso del laboratorio se indica en la figura 6:

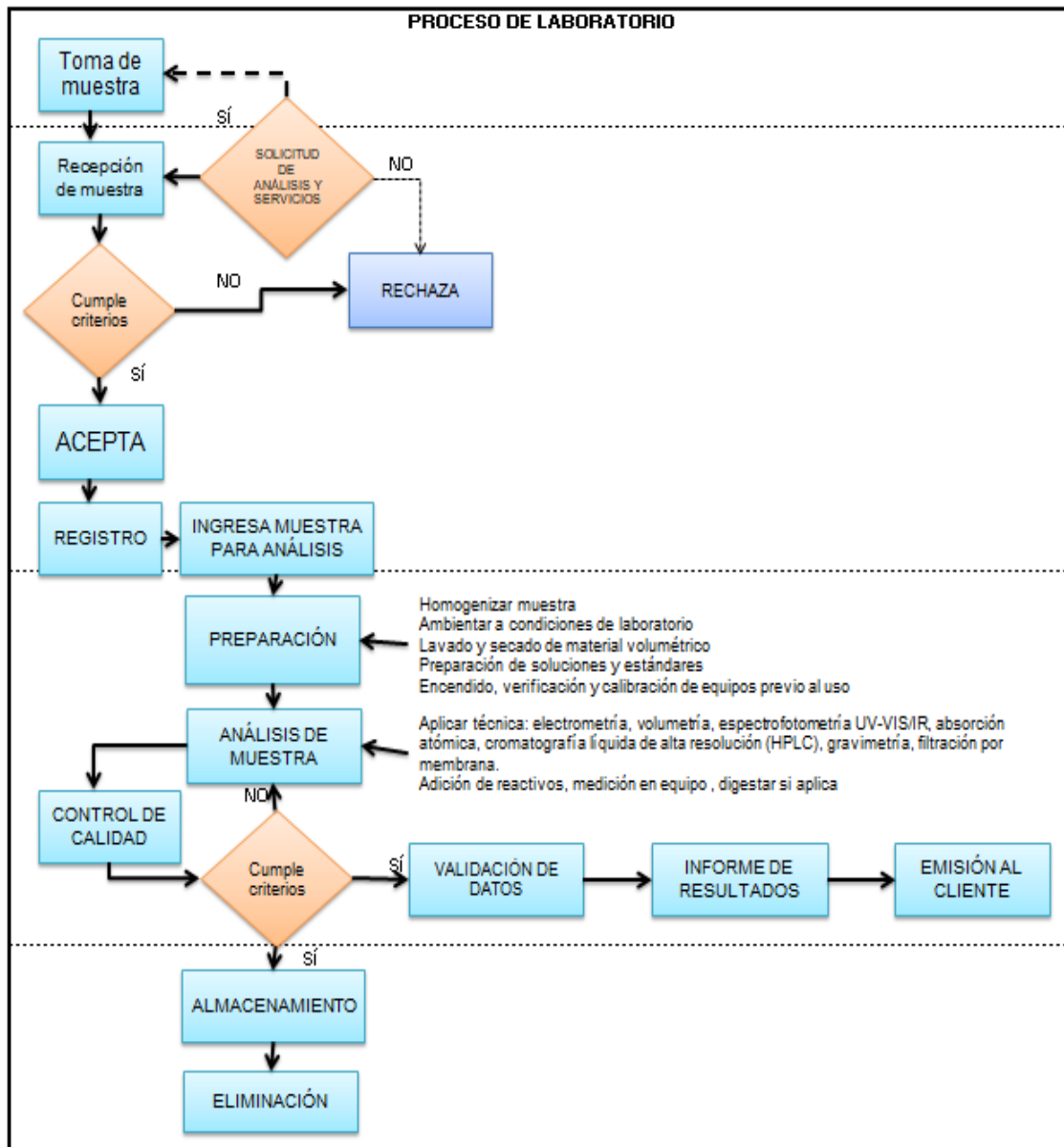


Figura 6 Diagrama de proceso de Laboratorio

Fuente: Guananga A., 2018

La etapa de preparación, análisis de muestra y control de calidad difieren dependiendo del analito a determinar, donde se aplican las técnicas y adición de reactivos específicos del análisis de laboratorio realizado.

4.1.2.1 Proceso para muestras de suelo o lixiviados

En el caso de análisis solicitados por el cliente en matriz suelo y lixiviados se aplica las consideraciones indicadas en la figura 7:

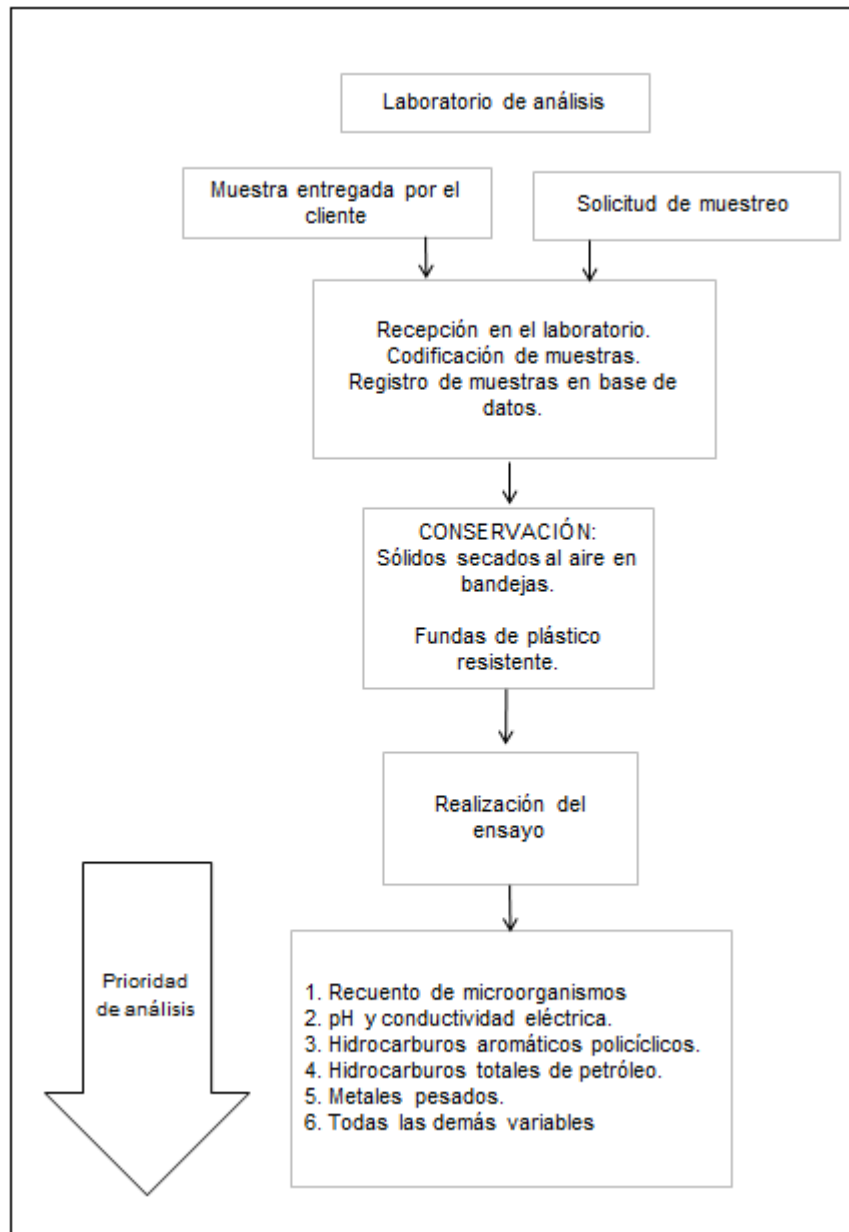


Figura 7 Proceso para muestras de suelo o lixiviados

Fuente: Guananga A., 2018

4.1.2.2 Proceso para muestras de agua

Las consideraciones en matriz agua se indican en la figura 8, para análisis microbiológico el laboratorio toma las precauciones para evitar contaminación de muestras o envases.

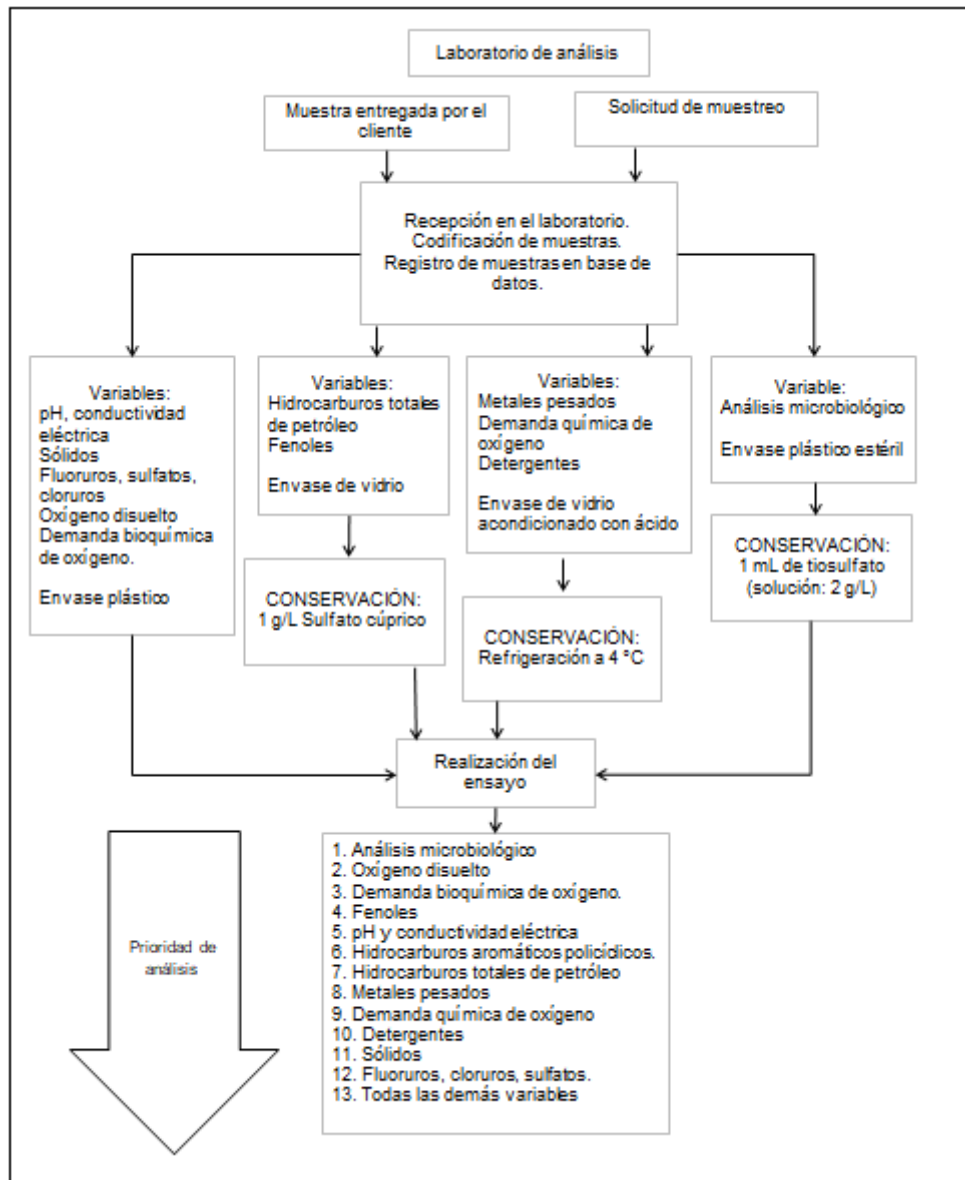


Figura 8 Proceso para muestras de agua

Fuente: Guananga A., 2018



4.1.3 Evaluación higiénica cualitativa por el método COSHH ESSENTIALS.

Una vez aplicado el método COSHH Essentials en el laboratorio de análisis químico ambiental, después del análisis de cada uno de los instructivos técnicos de ensayo, técnicas y métodos de análisis, se estableció el inventario de las sustancias químicas peligrosas usadas en el laboratorio, las mismas se indican en el anexo 1 SHI-UC-01 Listado de sustancias químicas peligrosas del laboratorio de análisis químico ambiental.

Del análisis de sus fichas de seguridad se clasificaron las sustancias químicas por sus frases R, lo cual sirvió para identificar 77 sustancias químicas peligrosas disponibles en el laboratorio, establecidas por 33 frases R de peligrosidad y afectación a la salud, de éstas las que representan la mayor cantidad de sustancias químicas peligrosas en el laboratorio se indican en la tabla 16:

Tabla 16 Sustancias químicas peligrosas y sus frases R

Número de sustancias químicas peligrosas	Frase	Descripción
37	R22	Nocivo por ingestión.
25	R35	Provoca quemaduras graves.
24	R36	Irrita los ojos.
23	R34	Provoca quemaduras.
19	R38	Irrita la piel.

Fuente: Guananga A., 2018

La frase R22, es la que más sustancias químicas peligrosas agrupa clasificadas como sustancias químicas nocivas por ingestión, en este grupo se encuentran las sustancias: 4-aminoantipirina, acetonitrilo, cloroformo, cloruro de amonio, cloruro de bario, cloruro de magnesio, ácido etilendiaminotetraacético EDTA, fosfato monobásico de potasio anhidro, inhibidor nitrificante, nitraVer® 5 nitrate reagent powder pillows, permanganato de potasio, peroxidisulfato de amonio, peróxido de hidrógeno, phosVer 3, reactivo para fosfatos, potasio-sodio-tartrato, reactivo Hach, DPD free chlorine



reagent, reactivo Hach, DPD total chlorine reagent, solución digestiva para demanda química de oxígeno; estándar de bario, cromo, plomo, vanadio, níquel, hierro, manganeso, cadmio, aluminio, potasio, cobre, arsénico, selenio, SPADNS reactivo para fluoruros, sulfato de amonio, sulfato de cobre pentahidratado, sulfato de magnesio, sulfaver4, reactivo para sulfatos, suplemento para enriquecimiento de salmonella.

Las cantidades de las sustancias químicas manipuladas se asignaron como mediana y en su mayoría como pequeñas considerando que el trabajo en actividades de laboratorio requiere usos en gramos y mililitros dependiendo de la técnica analítica indicada en los instructivos técnicos de ensayo aplicados. Las sustancias químicas que más se usan en el laboratorio son: acetonitrilo, ácido acético, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, benceno, cloroformo, diclorometano y hexano.

Para conocer la tendencia de la sustancia química de pasar al ambiente se consideró la pulverulencia de sólidos y la volatilidad de líquidos. En la tabla 17 se indica la relación entre la cantidad de sustancias sólidas y su pulverulencia y las sustancias líquidas y su volatilidad:

Tabla 17 Tendencia de las sustancias químicas

Tendencia	Pulverulencia	Volatilidad
alta	7	2
media	27	36
baja	2	3

Fuente: Guananga A., 2018

Como se puede observar en la figura 9, el laboratorio dispone de sustancias químicas sólidas cuya pulverulencia en mayor cantidad corresponde a media, es decir sólidos cristalinos y granulares que durante su manipulación generan polvo que se ve pero se deposita rápidamente sobre las superficies.

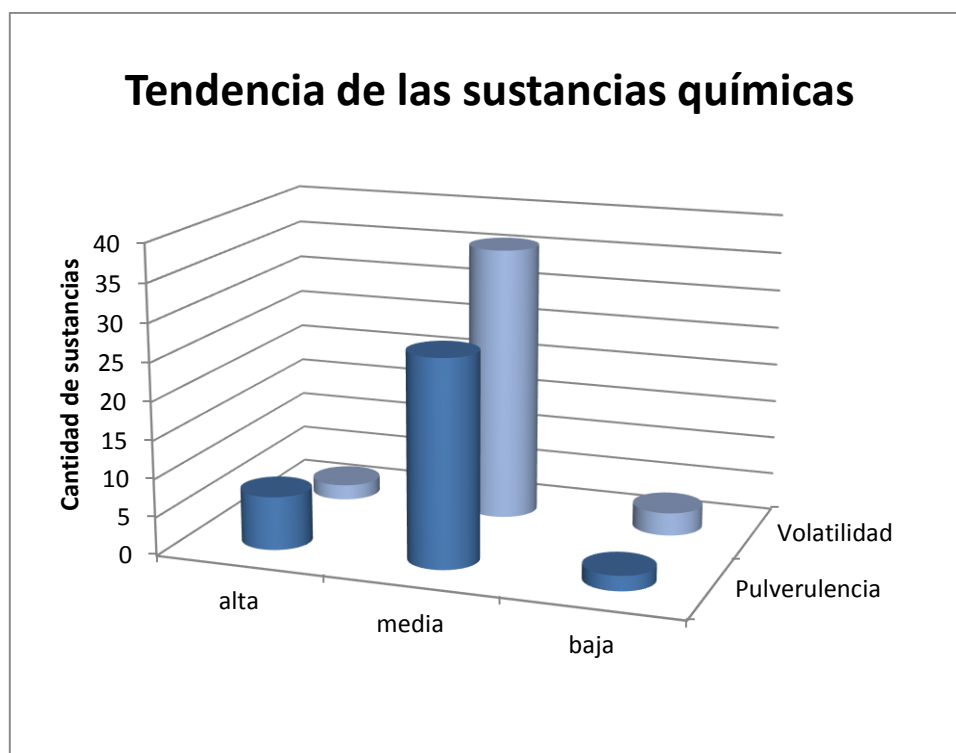


Figura 9 Tendencia de las sustancias químicas

Fuente: Guananga A., 2018

Las sustancias químicas sólidas del laboratorio cuya pulverulencia es alta ya que son polvos finos y ligeros que al manipularlos forman nubes son chromaVer 3, reactivo cromo VI, negro de eriocromo, nitraVer® 5 nitrate reagent powder pillows, reactivo de detergentes (detergents reagent powder pillows), reactivo Hach, DPD free chlorine reagent, reactivo Hach, DPD total chlorine reagent, sulfaver4, reactivo para sulfatos.

La figura 9 también nos indica que el laboratorio posee en su mayoría sustancias líquidas con volatilidad media. Las sustancias químicas líquidas que usa el laboratorio cuya volatilidad es alta son la solución de amonio y el diclorometano.

La tabla 18 y figura 10 exponen la relación de la cantidad de sustancias, su volatilidad, pulverulencia y el nivel de riesgo establecido; la mayor cantidad de sustancias químicas líquidas con volatilidad media se ubican en el nivel de



riesgo 2 y 4. Por su parte la mayor cantidad de sustancias químicas sólidas con pulverulencia media se ubican en el nivel de riesgo 1.

Tabla 18 Tendencia de las sustancias químicas y su nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Volatilidad			Pulverulencia		
	alta	media	baja	alta	media	baja
1	0	3	1	3	22	2
2	1	14	2	2	1	0
3	0	5	0	0	0	0
4	1	14	0	2	4	0

Fuente: Guananga A., 2018

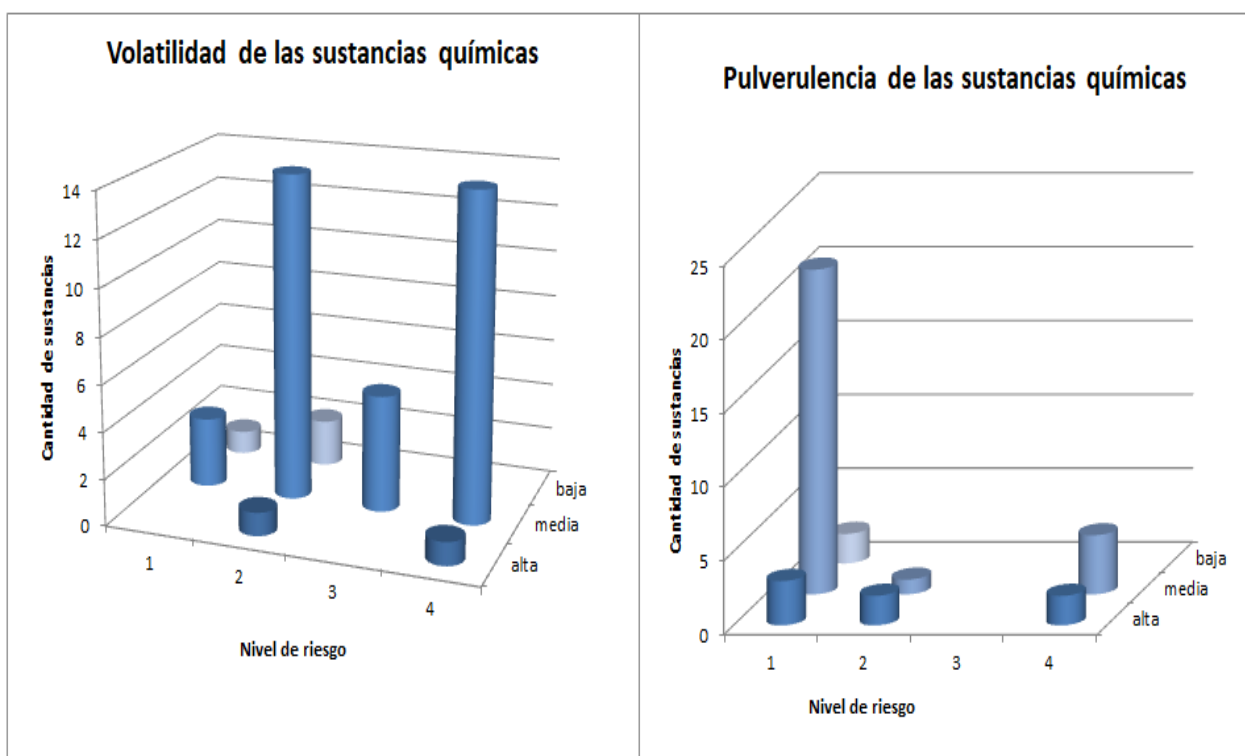


Figura 10 Tendencia de las sustancias químicas y su nivel de riesgo

Fuente: Guananga A., 2018

Se identificó el grupo de peligro de las sustancias químicas, en la tabla 19 se muestra la relación de la cantidad de sustancias, y el nivel de riesgo resultante.

Tabla 19 Grupo de peligro y nivel de riesgo de las sustancias

Nivel de riesgo	Grupo de peligro	Cantidad de sustancias
1	A	8
	B	15
	C	8
2	B	1
	C	18
	D	1
3	C	3
	D	2
4	D	2
	E	19

Fuente: Guananga A., 2018

La clasificación de las sustancias químicas en función del grupo de peligro y el nivel de riesgo se exponen en la figura 11.

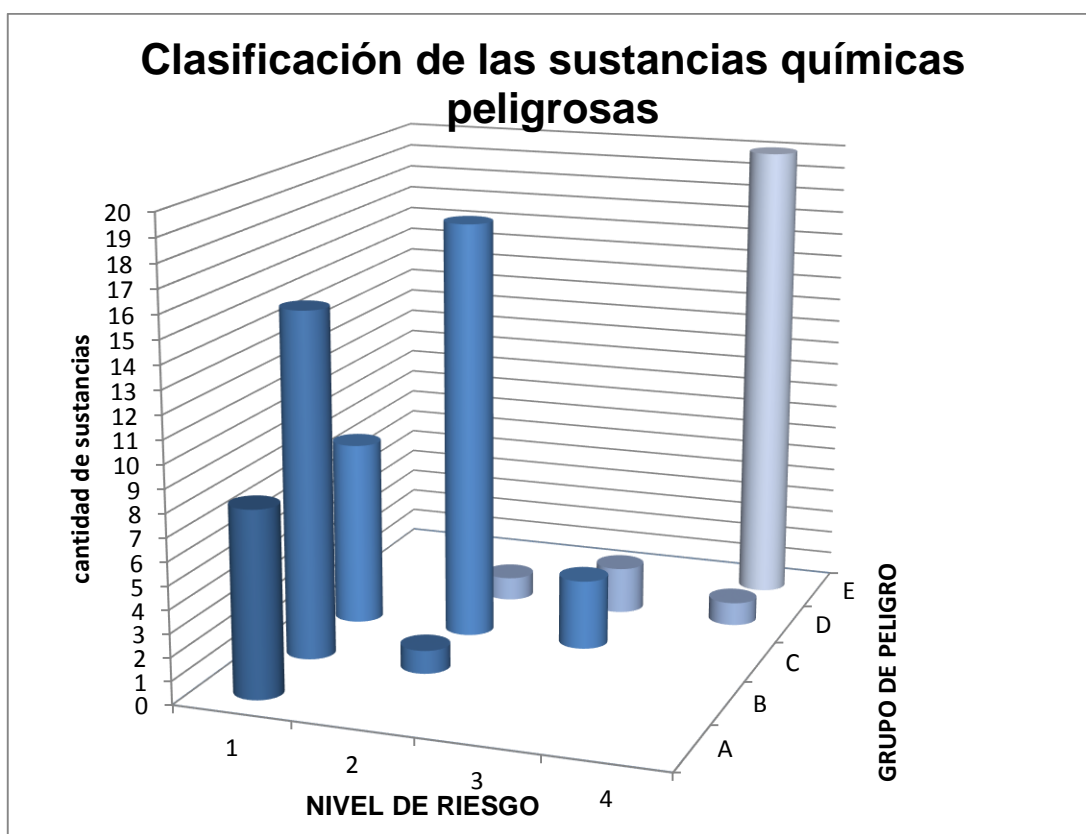


Figura 11 Clasificación de las sustancias químicas peligrosas

Fuente: Guananga A., 2018



En el nivel 1 se ubicaron la mayor cantidad de sustancias químicas del laboratorio de análisis químico ambiental, con 31 sustancias químicas y grupos de peligro de A, B, C, el nivel 2 lo conformaron 20 sustancias químicas clasificadas en los grupos de peligros B,C,D, para el nivel 3 se ubicaron 5 sustancias con grupos de peligro C y D, en el nivel de riesgo 4 se consideraron las sustancias químicas con grupos de peligro D y todas las sustancias químicas del grupo de peligro E en todas las situaciones, sin tomar en cuenta la tendencia de pasar al ambiente y la cantidad utilizada en el análisis de laboratorio, aquí se ubicaron 21 sustancias, tal y como se indica en la tabla 20 y figura 12.

Tabla 20 Clasificación de las sustancias químicas peligrosas

Nivel de riesgo	Cantidad de sustancias
1	31
2	20
3	5
4	21

Fuente: Guananga A., 2018

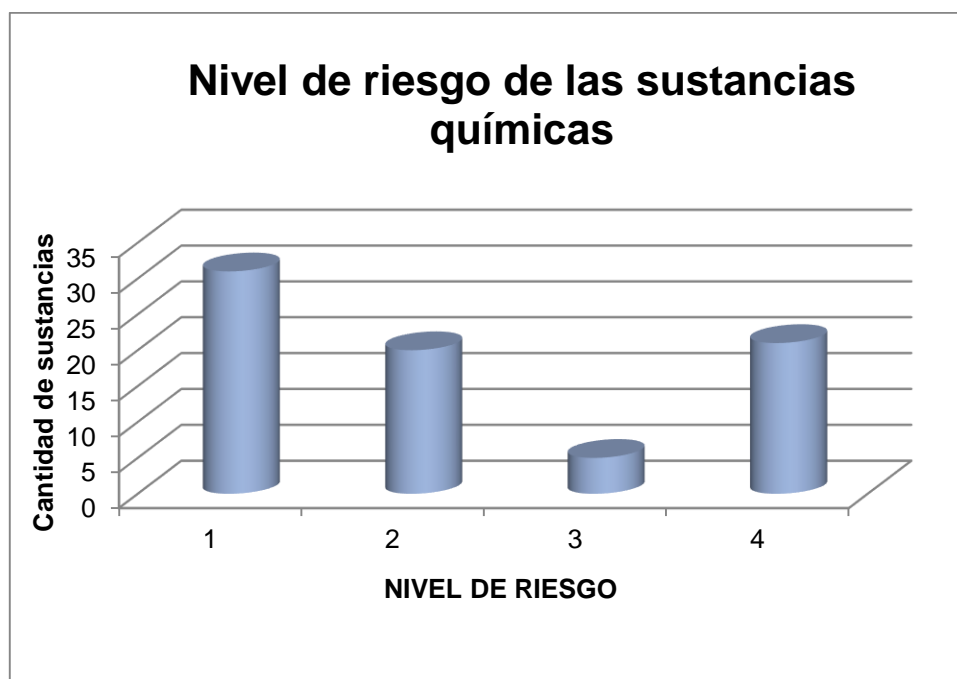


Figura 12 Nivel de riesgo de las sustancias químicas

Fuente: Guananga A., 2018



Por otro lado 71 de las sustancias químicas manipuladas en análisis de laboratorio se clasifican como grupo de peligro S, es decir son sustancias químicas peligrosas al contacto con la piel y ojos.

El método COSHH Essentials ha permitido para cada sustancia química peligrosa usada en los análisis de laboratorio establecer la medida de control recomendable en función del nivel de riesgo definido.

En el nivel de riesgo 1, las sustancias químicas peligrosas categorizadas en el grupo de peligro A como sustancias irritantes de ojos y piel; narcóticas y los análisis de laboratorio en que se usan se muestran en la tabla 21.

Tabla 21 Sustancias químicas del nivel de riesgo 1 grupo de peligro A

Nivel de riesgo 1 Grupo de peligro A			
Sustancia química	Análisis de laboratorio	Medida de control	
CyaniVer 3, bolsas de polvo reactivo para cianuro	Cianuros	Ventilación general y buenas prácticas de laboratorio MC1	Protección de piel y ojos MCS
CyaniVer 4, reactivo para cianuro	Cianuros		
CyaniVer 5, reactivo para cianuro	Cianuros		
Diclorhidrato de N-(1-naftil) etilendiamina	Nitritos		
Alcohol isopropílico	Sulfatos		
Reactivo de detergentes (detergents reagent powder pillows)	Detergentes		
Solución estándar de fluoruros	Fluoruros		
Soluciones buffer o tampón de pH 10 unidades de pH.	pH		

Fuente: Guananga A., 2018



En la tabla 22 se muestran las sustancias químicas nocivas categorizadas en el grupo de peligro B del nivel de riesgo 1 y los análisis de laboratorio en que se usan:

Tabla 22 Sustancias químicas del nivel de riesgo 1 grupo de peligro B

Nivel de riesgo 1 Grupo de peligro B		
Sustancia química	Análisis de laboratorio	Medida de control
Cloruro de amonio	Dureza total, cálcica y magnésica, calcio, fenoles	Ventilación general y buenas prácticas de laboratorio MC1
Cloruro de bario	Sulfatos	
Cloruro de magnesio	Coliformes totales y Escherichia coli	
Ácido etilendiaminotetraacético, EDTA	Cloro, dureza total, cálcica y magnésica, calcio	
Fosfato monobásico de potasio anhidro	Cloro, coliformes totales y Escherichia coli	
Glicerol	Sulfatos	
PhosVer 3, reactivo para fosfatos	Fosfatos, fósforo	
Potasio-sodio-tartrato	Fenoles	
Reactivo Hach, DPD free chlorine reagent	Cloro	
Reactivo Hach, DPD total chlorine reagent	Cloro	
Sulfato de amonio	Nitrógeno amoniacal, sulfatos	
Sulfato de cobre pentahidratado	Fenoles	
Sulfato de magnesio	Dureza total, cálcica y magnésica, calcio	
Inhibidor nitrificante	Demanda bioquímica de oxígeno	
Permanganato de potasio	Cloro	
		Protección de piel y ojos MCS
		--
		--

Fuente: Guananga A., 2018



Por otro lado los análisis de laboratorio en que se usan las sustancias químicas tóxicas del grupo de peligro C y que conforman el nivel de riesgo 1 se indican en la tabla 23.

Tabla 23 Sustancias químicas del nivel de riesgo 1 grupo de peligro C

Nivel de riesgo 1 Grupo de peligro C		
Sustancia química	Análisis de laboratorio	Medida de control
4-aminoantipirina	Fenoles	Ventilación general y buenas prácticas de laboratorio MC1 Protección de piel y ojos MCS
Anaranjado de metilo	Alcalinidad	
Fosfato dibásico de sodio anhidro	Cloro	
Hidróxido de sodio	Coliformes totales y Escherichia coli, demanda bioquímica de oxígeno, dureza total, cálcica y magnésica, calcio, lixiviados, alcalinidad	
N,N-Diethyl-p-Fenilendiamine anhidro (Oxalato DPD)	Cloro	
Nitrato de plata	Cloruros	
Estándar de aceites y grasas	Aceites y grasas	
Sulfanilamida	Nitritos	

Fuente: Guananga A., 2018

La sustancia química nociva que integra el grupo de peligro B, las sustancias químicas tóxicas del grupo de peligro C, y el grupo de peligro D, que corresponden a una sustancia muy tóxica; cancerígena, categoría: 2, que conforman el nivel de riesgo 2 y los análisis de laboratorio en que se utilizan se indican en la tabla 24:



Tabla 24 Sustancias químicas del nivel de riesgo 2

Nivel de riesgo 2			
Sustancia química	Análisis de laboratorio	Grupo de peligro	Medida de control
Acetonitrilo	Hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP's: fluoranteno, benzo (B) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, benzo (G, H, I) perileno, benzo (A) pireno, indeno 1,2,2 c-d pireno	B	Control de ingeniería, extracción localizada MC2 Protección de piel y ojos MCS ---
Ácido fosfórico	Nitritos	C	
Ácido sulfúrico	Cloro, fenoles, hidrocarburos totales de petróleo	C	
Solución de amonio	Fenoles, dureza total, cálcica y magnésica, calcio, nitritos	C	
Material de referencia para pH	pH	C	
Material de referencia para demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno	Demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno	C	
Metanol	Hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP's: fluoranteno, benzo (B) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, benzo (G, H, I) perileno, benzo (A) pireno, indeno 1,2,2 c-d pireno	C	
Peróxido de hidrógeno	Metales pesados: bario, Ba, molibdeno, Mo, vanadio, V, aluminio, Al, hierro, Fe, antimonio, Sb, sodio, Na, potasio, K, cromo, Cr, manganeso, Mn, cobre, Cu, cadmio, Cd, níquel, Ni, plomo, Pb, calcio, Ca, magnesio Mg, zinc Zn, arsénico As, selenio Se	C	
Reactivo nessler	Nitrógeno amoniacal	C	
Solución tampón de sulfato para detergentes.	Detergentes	C	
Estándar de bario	Metales pesados: bario, Ba	C	
Estándar de hierro	Metales pesados: hierro, Fe	C	
Estándar de manganeso	Metales pesados: manganeso, Mn	C	
Estándar de aluminio	Metales pesados: aluminio, Al	C	
Estándar de selenio	Metales pesados: selenio Se	C	
SPADNS reactivo para fluoruros	Fluoruros	C	
Sulfaver4, reactivo para sulfatos	Sulfatos	C	
Sulfide 1, reactivo para sulfuro	Sulfuro de hidrógeno	C	
Yoduro de potasio	Cloro	D	
Negro de eriocromo	Dureza total, cálcica y magnésica, calcio	C	

Fuente: Guananga A., 2018



En el laboratorio se disponen las sustancias químicas tóxicas del grupo de peligro C y las sustancias muy tóxicas; cancerígenas, categoría: 2, que corresponden al grupo de peligro D, el uso de estas sustancias que integran el nivel de riesgo 3 en los análisis de muestras ingresadas al laboratorio se indican en la tabla 25:

Tabla 25 Sustancias químicas del nivel de riesgo 3

Nivel de riesgo 3			
Sustancia química	Análisis de laboratorio	Grupo de peligro	Medida de control
Ácido acético	Lixiviados	C	Confinamiento. Sistemas cerrados MC3 Protección de piel y ojos MCS
Ácido clorhídrico	Alcalinidad, lixiviados, metales pesados: bario, Ba, molibdeno, Mo, vanadio, V, aluminio, Al, hierro, Fe, antimonio, Sb, Sodio, Na, Potasio, K, Cromo, Cr, Manganeso, Mn, Cobre, Cu, Cadmio, Cd, Níquel, Ni, Plomo, Pb, Calcio, Ca, Magnesio Mg, Zinc Zn, Arsénico As, Selenio Se. Nitritos, Sulfatos, Hidrocarburos totales de petróleo	C	
Ácido nítrico	Lixiviados, metales pesados: bario, Ba, molibdeno, Mo, vanadio, V, aluminio, Al, hierro, Fe, antimonio, Sb, sodio, Na, potasio, K, cromo, Cr, manganeso, Mn, cobre, Cu, cadmio, Cd, níquel, Ni, plomo, Pb, calcio, Ca, magnesio Mg, zinc Zn, arsénico As, selenio Se	C	
Solución digestiva para demanda química de oxígeno	Demanda química de oxígeno	D	
Estándar de Fenoles	Fenoles	D	

Fuente: Guananga A., 2018

En el nivel de riesgo 4 se ubicaron las sustancias químicas indicadas en la tabla 26, entre ellas se encuentran sustancias químicas muy tóxicas; cancerígenas, categoría: 2, del grupo de peligro D y sustancias químicas cancerígenas categoría: 1A, 1B Mutagénicas sensibilizadoras del grupo de peligro E, que implican un alto riesgo por manipulación de sustancias químicas en el laboratorio; los análisis en que se usan son los siguientes:



Tabla 26 Sustancias químicas del nivel de riesgo 4

Nivel de riesgo 4			
Sustancia química	Análisis de laboratorio	Grupo de peligro	Medida de control
Benceno	Detergentes	E	Especial, solución a través de un experto MC4 Protección de piel y ojos MCS
Cloroformo	Fenoles	E	
ChromaVer 3, reactivo cromo VI	Cromo VI	E	
Dicromato de potasio	Cloruros	E	
Hexano	Hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP's: fluoranteno, benzo (B) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, benzo (G, H, I) perileno, benzo (A) pireno, indeno 1, 2,2 c-d pireno. Hidrocarburos totales de petróleo	D	
NitraVer® 5 nitrate reagent powder pillows	Nitratos	E	
Peroxidisulfato de amonio	Fenoles	E	
Reactivo para oxígeno disuelto, alto rango	Oxígeno disuelto (OD)	E	
Estándar de cromo	Metales pesados: cromo, Cr	E	
Estándar de plomo	Metales pesados: plomo, Pb	E	
Estándar de vanadio	Metales pesados: vanadio, V	E	
Estándar de níquel	Metales pesados: níquel, Ni	E	
Estándar de cadmio	Metales pesados: cadmio, Cd	E	
Estándar de potasio	Metales pesados: potasio, K	E	
Estándar de cobre	Metales pesados: cobre, Cu	E	
Estándar de arsénico	Metales pesados: arsénico As	E	
Sulfide 2, reactivo para sulfuro	Sulfuro de hidrógeno	E	
Suplemento para enriquecimiento de Salmonella	Salmonella	E	
Fenolftaleína	Alcalinidad	E	---
Diclorometano	Hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP's: fluoranteno, benzo (B) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, benzo (G, H, I) perileno, benzo (A) pireno, indeno 1,2,2 c-d pireno	E	---
Tetracloroetileno	Hidrocarburos totales de petróleo	E	---

Fuente: Guananga A., 2018

La figura 13 indica que el laboratorio posee la mayor cantidad de sustancias químicas peligrosas categorizadas como sustancias tóxicas, correspondientes al grupo de peligro C, lo cual representa el 38%, le sigue el grupo de peligro E categorizado como sustancias cancerígenas Categoría: 1A, 1B Mutagénicas sensibilizadoras con el 26%, el grupo de peligro B, obtuvo el 21% e incluyen las sustancias químicas nocivas, el 10% representa a las sustancias del grupo de peligro A como sustancias irritantes de ojos y piel; narcóticas, mientras que el 5% de sustancias químicas al grupo de peligro D, que corresponden a sustancias muy tóxicas; cancerígenas, categoría: 2.

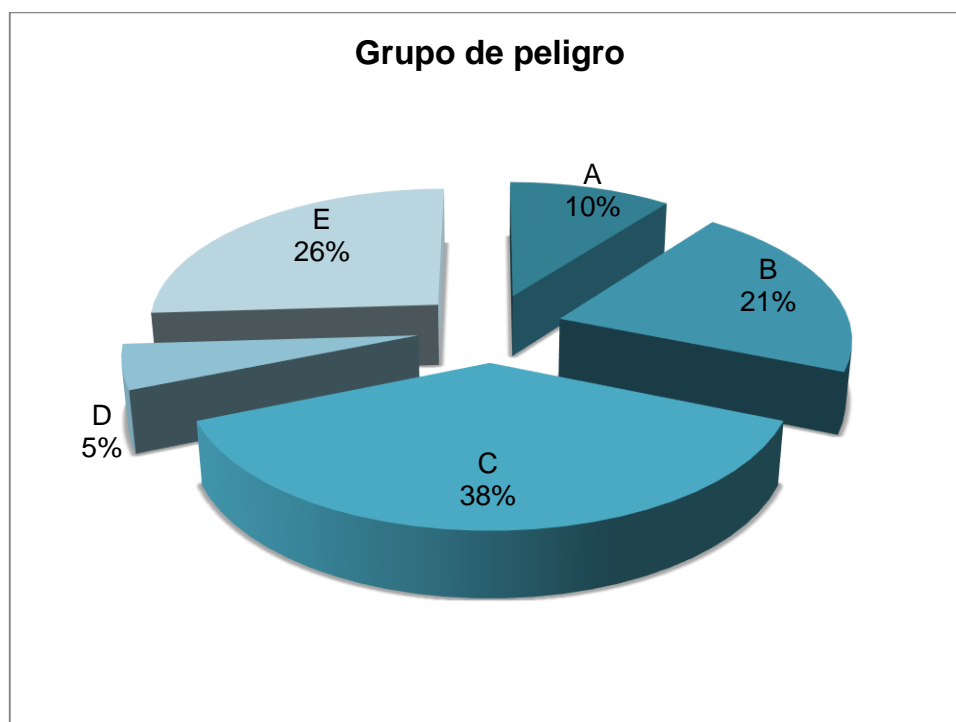


Figura 13 Grupos de peligro de las sustancias químicas

Fuente: Guananga A., 2018

Los resultados obtenidos en el laboratorio de análisis químico ambiental a través del método COSHH Essentials se muestran en la figura 14, en donde el 40 % de las sustancias químicas peligrosas se ubican en el nivel de riesgo 1, el 27 % representa a las sustancias químicas peligrosas que aportan al nivel de riesgo 4, el 26% corresponde al nivel de riesgo 2, mientras que el 7% identifica al nivel de riesgo 3.

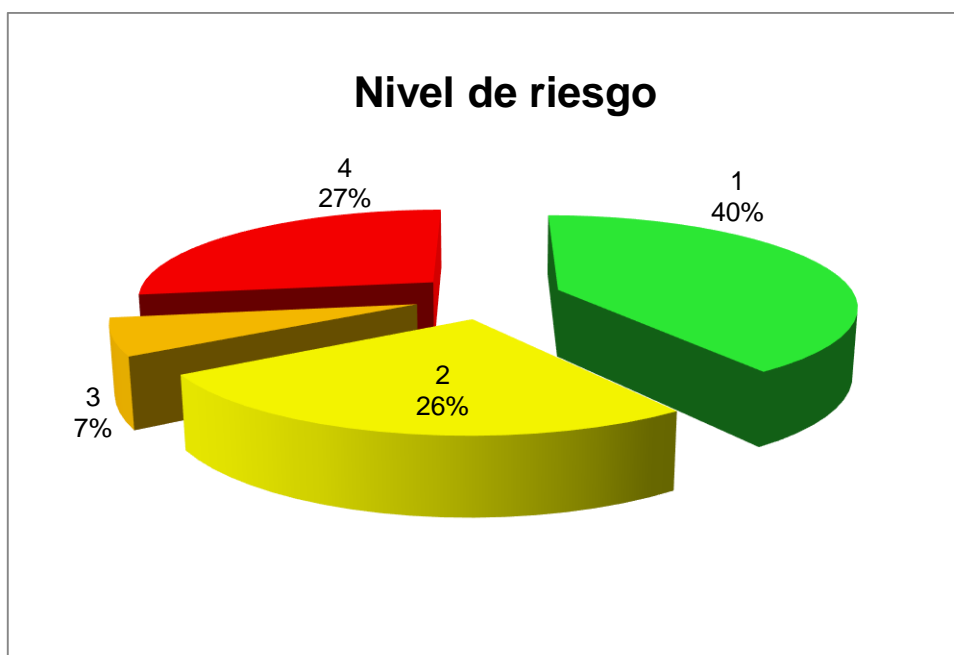


Figura 14 Nivel de riesgo

Fuente: Guananga A., 2018

4.1.3.1 Evaluación del riesgo

La mayor cantidad de las sustancias químicas peligrosas usadas por los trabajadores del laboratorio de análisis químico ambiental se encuentra en el nivel de riesgo 1, es decir el riesgo es leve.

Existen sustancias tóxicas, muy tóxicas; cancerígenas, categoría: 2 y sustancias químicas cancerígenas categoría: 1A, 1B mutagénicas sensibilizadoras. Sin embargo el 66% de las sustancias se encuentran entre los niveles de riesgo 1 y 2, niveles aceptables desde el punto de vista que son los niveles más bajos de afectación a la salud del trabajador.

Las sustancias químicas que mayor riesgo representan son benceno, cloroformo, chromaver 3, reactivo cromo VI, dicromato de potasio, hexano, nitraver® 5 nitrate reagent powder pillows, peroxidisulfato de amonio, reactivo para oxígeno disuelto, alto rango, sulfide 2, reactivo para sulfuro, suplemento para enriquecimiento de salmonella, fenolftaleína, diclorometano, tetracloroetileno y estándares de cromo, plomo, vanadio, níquel, cadmio,



potasio, cobre, arsénico. Los análisis de laboratorio en que se usan son detergentes, fenoles, cromo VI, cloruros, hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP's, hidrocarburos totales de petróleo, nitratos, fenoles, oxígeno disuelto, sulfuro de hidrógeno, salmonella, alcalinidad y metales pesados.

Los factores de riesgo químico de cada análisis de laboratorio se precisan por el uso de las sustancias químicas peligrosas, las consecuencias son graves pudiendo provocar daños importantes en la salud del trabajador, aunque la cantidad de la sustancia química que se manipula en tareas de laboratorio no es grande, la exposición prolongada aún con cortos períodos de tiempo puede resultar perjudicial a largo plazo.

Toda actividad en el laboratorio de análisis químico ambiental que implique el manejo de sustancias químicas requiere el equipo de protección adecuado, considerando que casi todas las sustancias químicas son peligrosas al contacto con la piel y ojos. Según el método únicamente no es necesario cuando se manipulen sustancias químicas como diclorometano, fenolftaleína, inhibidor nitrificante, negro de eriocromo, permanganato de potasio y tetracloroetileno.

Las buenas prácticas de laboratorio, una buena ventilación en general, extracción localizada, y un sólido sistema de manejo de químicos permiten mantener el control del riesgo presente, estas medidas de control conjuntamente con las de protección constituyen una fortaleza para la seguridad y salud ocupacional en el laboratorio. El control de estricto cumplimiento para todo el personal fundamenta el control del riesgo presente en el ambiente laboral del laboratorio de análisis químico ambiental.

4.2 Discusión

El método COSHH Essentials permitió la evaluación del riesgo químico en el laboratorio de análisis químico ambiental haciendo uso de la información de las hojas de datos de seguridad de cada sustancia química empleada. Al no disponerlas en el laboratorio resultó difícil obtenerlas del fabricante, de la búsqueda se encontró diversas hojas con información similar no obstante con pequeñas variaciones en ciertos casos, por ello se recolectaron según el



Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo de España, de aquí que la recomendación es disponer la hoja de datos de seguridad proporcionada por el fabricante en el momento de la adquisición de la sustancia química, otras medidas de gestión de sustancias químicas se indican en el programa de manejo de químicos.

Para la clasificación de las sustancias químicas de acuerdo al grupo de peligro se usaron las frases R, que describen a la sustancia química en función de su peligrosidad y afectación a la salud, en todos los casos se tuvo diferentes frases que orientaron a diferentes grupos de peligro para una misma sustancia química, por ello fue necesario un análisis cuidadoso, aquí siempre se ubicó a la sustancia en el grupo de peligro más alto, con el criterio de siempre abarcar la mayor seguridad. En algunos casos en las fichas de seguridad únicamente se dispuso de las frases H por lo que fue necesario relacionar con sus correspondientes frases R.

La obtención del resultado se centró en las variables determinantes que son el grupo de peligro de la sustancia química y la tendencia de pasar al ambiente, la otra variable; cantidad de la sustancias no definió el análisis ya que las cantidades en este proceso de laboratorio son pequeñas según los instructivos técnicos. Además hay que considerar también que la cantidad de sustancia química manipulada dependió de los requerimientos del cliente, la crisis petrolera registrada en los últimos años, ha ocasionado que la mayoría de empresas del sector busquen alternativas de control y evaluación ambiental ocasionando la reducción de los ingresos de muestras al laboratorio; aunque por otro lado para todas las sustancias químicas del grupo de peligro E no se consideraron las variables mencionadas y en todas las situaciones se ubicaron en el nivel de riesgo 4.

Para establecer la tendencia de la sustancia química de pasar al ambiente, la pulverulencia y la volatilidad fueron fáciles de determinar, esta información se encontró disponible en las hojas de datos de seguridad de cada sustancia. Un aspecto importante es el control de condiciones ambientales, ya que la volatilidad para líquidos varió en función de la temperatura ambiental de



trabajo; en el laboratorio se dispone un adecuado control de condiciones ambientales ya que aseguran en todo momento que la temperatura de trabajo se encuentre dentro de los criterios definidos para cada ensayo y la normativa aplicada a laboratorios. Para el estudio no se incluyó a las sustancias químicas gaseosas según los criterios de la NTP 936 Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials que sustituyó a la NTP 750: Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada resaltando que en esta última asignaba una volatilidad alta.

Aunque en el laboratorio la mayor cantidad de sustancias que se manipulan son muy tóxicas, el resultado obtenido con la metodología aplicada para los trabajadores del laboratorio es un riesgo leve por manipulación de sustancias químicas peligrosas ya que las sustancias presentan baja volatilidad a la temperatura ambiente del laboratorio o pulverulencia baja, y por sobretodo la cantidad manipulada de la sustancias es pequeña.

La categorización de las sustancias químicas en el grupo de peligro S, no intervino en la estimación del nivel de riesgo resultante, más bien indicó que sustancias químicas requieren en su manipulación la protección de piel y ojos, dando pautas del equipo de protección adecuado a usar durante la realización del análisis implicado.

A excepción de dos sustancias químicas en estado gaseoso usadas en determinación de metales pesados (óxido nitroso y acetileno), todas las sustancias químicas disponibles en el laboratorio fueron analizadas a través del método, al no ser sustancias generadas durante la propia actividad, pesticidas y medicamentos, peligros de orden natural, como polvo de cereales, peligros relacionados con incendios, explosiones y el medioambiente y aunque se disponen de agentes biológicos estos no fueron analizados.

El resultado obtenido a través del método COSHH Essentials es aceptable como antecedente ningún trabajador ha presentado afecciones a la salud relacionados a agentes químicos, aunque no se consideró el tiempo de



contacto o exposición a la sustancia química, si permitió obtener los fundamentos suficientes para alcanzar los resultados de la evaluación del riesgo sin recurrir a la evaluación cuantitativa con operaciones costosas y mediciones complejas.

Las mediciones cuantitativas resultan de costo elevado, requieren repetibilidad y varios muestreos para asegurar con certeza un resultado referido a un contaminante químico; considerando que en el laboratorio existen diversidad de sustancias químicas y multitud de aplicaciones en procedimientos analíticos; el costo incrementaría aún más. En este sentido el método contribuyó a estimar el riesgo como una aproximación sobre la situación higiénica del laboratorio de análisis químico ambiental realizando un primer diagnóstico del nivel de riesgo como punto de partida para mantener el riesgo bajo control.

Resultados similares se obtienen en otras investigaciones que también respaldan y confirman el método, por ejemplo el estudio “Evaluación de riesgos químicos en un laboratorio de química analítica por el método COSHH ESSENTIALS” (Oca-abella, 2017), a través del cual se estimó satisfactoriamente un riesgo alto por manipulación de sustancias químicas en un laboratorio de ensayos químico-toxicológico-ambiental.

El diagnóstico del riesgo higiénico con productos químicos por inhalación en el CESEMIN a partir de las metodologías “COSHH ESSENTIALS, CHEMICAL CONTROL TOOLKIT Y WORKPLACE CONTROL SCHEME FOR HAZARDOUS SUBSTANCES” (Flores, 2017), le permitió al autor comparar y valorar los niveles de riesgo en el laboratorio CESEMIN, aunque concluye que la mejor metodología de evaluación cualitativa es Easy to Use, con las tres metodologías obtuvo similares resultados y la metodología COSHH Essentials si le permitió establecer las medidas de control del riesgo presente.

Finalmente la evaluación de COSHH Essentials: Exposición al cloruro de metileno, isopropanol y acetona en una pequeña planta de impresión (Lee, Harper, Bowen, & Slaven, 2009) para exposiciones basadas en tareas a corto plazo y turnos completos, indica que existió relación entre el pronóstico del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

método y las mediciones de exposición a concentraciones de los tres productos químicos orgánicos volátiles, concluyendo que COSHH Essentials funcionó razonablemente.



5 CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La aplicación de una metodología de higiene cualitativa permitió realizar la evaluación del riesgo higiénico al que está expuesto el personal de un laboratorio de análisis químico ambiental de la ciudad de Francisco de Orellana, de forma sencilla resultando un estudio de bajo costo, fácil implementación y muy útil para otros laboratorios de análisis químicos en general.

A través del método COSSH Essentials se estimó y evaluó el riesgo químico por exposición a sustancias químicas peligrosas en el laboratorio de análisis químico ambiental en función de la peligrosidad, condiciones de trabajo, capacidad de la sustancia química de pasar al ambiente y la cantidad que se utiliza en los análisis de laboratorio.

En general existe riesgo leve por exposición a sustancias químicas peligrosas en las actividades del laboratorio de análisis químico ambiental, el 66% de las sustancias químicas se encuentran entre los niveles de riesgo más bajos de afectación a la salud del trabajador y casi todas las sustancias químicas son peligrosas al contacto con la piel y ojos.

Aunque la mayor cantidad de sustancias que se manipulan en el laboratorio son muy tóxicas, el riesgo por manipulación de sustancias químicas peligrosas resulta leve para los trabajadores del laboratorio ya que las sustancias se manipulan en cantidades pequeñas y la mayoría presentan baja volatilidad a la temperatura ambiente del laboratorio o pulverulencia baja.

Para el control de la exposición del trabajador al riesgo químico presente en el laboratorio de análisis químico ambiental es necesario aplicar medidas de control que implican buenas prácticas de laboratorio, ventilación en general y extracción localizada, selección del equipo de protección personal adecuado y un sistema de manejo de químicos con ello se asegura el control del riesgo por contaminantes químicos en el ambiente de trabajo.



5.2 Recomendaciones

- Implementar las medidas de control establecidas por el método, robustecer y complementar el sistema de gestión de calidad ISO/IEC 17025:2006 con un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional para el laboratorio.
- Establecer un programa de sistema de manejo de químicos y comunicación de peligros a través de lo cual todo el personal de laboratorio tenga a disposición las directrices en temas de seguridad y salud ocupacional.
- Realizar vigilancia de la salud a todo el personal de laboratorio, si bien el riesgo químico es aceptable, se manipulan sustancias químicas que pueden causar efectos perjudiciales en la salud del trabajador a largo plazo. Registrar e investigar todos los accidentes incluso los más insignificantes.
- Capacitar permanente al personal de laboratorio en temas de seguridad debido al riesgo al que están expuestos por manipulación de sustancias químicas peligrosas.
- Dotar al personal el equipo de protección certificado y adecuado para manipulación de solventes y agentes químicos peligrosos y asegurarse de su reemplazo periódico oportuno.
- Implementar elementos de seguridad adicionales como ducha, fuente lavaojos, y sensores de detección automática de incendios. Identificar rutas de evacuación y puerta de emergencia.
- Establecer procedimientos de verificación de la capacidad de aspiración de la sorbona del laboratorio e incluir en el programa de mantenimiento de equipos. Fortalecer el sistema de ventilación incorporando extractores de gases en cada área por conductos independientes.
- Medir la concentración de gases, vapores o mezclas de gases y vapores inflamables en el laboratorio.



BIBLIOGRAFÍA

- (NIOSH), N. I. for O. S. and H. (2009). Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB). *Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, 2009–152(Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB)), 118. <http://doi.org/2009–152>
- Flores, D.(2017). *Diagnóstico del riesgo higiénico con productos químicos por inhalación en el CESEMIN a partir de las metodologías "COSHH ESSENTIALS, CHEMICAL CONTROL TOOLKIT Y WORKPLACE CONTROL SCHEME FOR HAZARDOUS SUBSTANCES"*. Tesis de Magister en Salud Ocupacional y Seguridad en el trabajo. Departamento de Posgrados. Universidad del Azuay.
- Cavallé Oller, N. (2010). Control banding , una herramienta complementaria a la evaluación cuantitativa en higiene industrial. *Arch Prev Riesgos Labor* 2010, 13(4), 177–179.
- Condiciones, C. N. D. E., & Trabajo, D. E. (n.d.). Agentes químicos : aplicación de medidas preventivas al efectuar la evaluación simplificada por exposición inhalatoria.
- Condiciones, C. N. D. E., & Trabajo, D. E. (2008). Agentes químicos : evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). *Modelo COSHH Essentials*, (Ii), 1–6.
- En, Q., & Trabajo, E. L. (2014). La seguridad.
- Evaluación, N. T. P. (2001). químicos . Metodología simplificada.
- Generales, D., Comité, D., & Seguridad, I. De. (2009). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, 1–41.
- Ghs, E. (n.d.). NTP 726 : Clasificación y etiquetado de productos químicos : sistema mundialmente armonizado (GHS).



Gutiérrez, F. S. (2012). *LA PELIGROSIDAD EN LABORATORIOS QUÍMICOS: MÉTODO PARA SU EVALUACIÓN Y.*

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2003). *Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.* Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf

Lee, E. G., Harper, M., Bowen, R. B., & Slaven, J. (2009). Evaluation of COSHH essentials: Methylene chloride, isopropanol, and acetone exposures in a small printing plant. *Annals of Occupational Hygiene*, 53(5), 463–474. <http://doi.org/10.1093/annhyg/mep023>

Lee, E. G., Slaven, J., Bowen, R. B., & Harper, M. (2011). Evaluation of the COSHH essentials model with a mixture of organic chemicals at a medium-sized paint producer. *Annals of Occupational Hygiene*, 55(1), 16–29. <http://doi.org/10.1093/annhyg/meq067>

Novás, C. M., López, P., Soledad, M., Lorenzo, M., Prada, D., Tutora, R., ... Mahía, L. (2014). Metodologías de evaluación cualitativa para el control del riesgo químico en el ámbito sanitario.

Oca-abella, M. De. (2017). Redalyc.EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS EN UN LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA POR EL MÉTODO COSHH ESSENTIALS.

Oficial, E. S. D., Ce, T., Europeo, D. E. L. P., Consejo, D. E. L., Europea, C., Europeo, S., ... Comunidad, L. (2008). (Actos adoptados en aplicación de los Tratados CE/Euratom cuya publicación es obligatoria).

OIT. (2012). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo OIT. *Capítulo 88. Cuero, Piel Y Calzado*, 3411–3423. Retrieved from http://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_162039/lang--es/index.htm



Pacheco, C., Magalhães, R., Fonseca, M., Silveira, P., & Brandão, I. (2016). Accidental intoxication by dichloromethane at work place: Clinical case and literature review. *Journal of Acute Medicine*, 6(2), 43–45. <http://doi.org/10.1016/j.jacme.2016.03.008>

revista seguro 4.pdf.crdownload. (n.d.).

Tischer, M., Bredendiek-Kämper, S., & Poppek, U. (2003). Evaluation of the HSE COSHH Essentials Exposure Predictive Model on the Basis of BAuA Field Studies and Existing Substances Exposure Data. *Annals of Occupational Hygiene*, 47(7), 557–569. <http://doi.org/10.1093/annhyg/meg086>

Vargas Marcos, F. (1996). The prevention and control of the risks with chemical products. *Revista Espanola de Salud Publica*, 70(4), 409–420.

Veciana, A. M., & Solá, X. G. (2001). Exposición laboral a agentes químicos : requisitos de los procedimientos de medición.



ANEXOS

Anexo 1. Listado de sustancias químicas peligrosas del laboratorio de análisis químico ambiental, SHI-UC-01

SHI-UC-01

**LISTADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS DEL
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL**

**Hoja 1 de 3
REACTIVOS**

Fecha de actualización: 11/12/2017

NÚMERO	CÓDIGO INTERNO	SUSTANCIA QUÍMICA	FABRICANTE	CÓDIGO DE PRODUCTO	PRESENTACIÓN
1	A2	Fosfato dibásico de sodio anhidro	FISHER	S374-1	1000 g
2	A3	Fosfato monobásico de potasio	FISHER	P286-1	1000 g
3	A4	4-aminoantipirina	FISHER	94823	100 g
4	A5	Tartrato sódico y potasio tetrahidratado	FISHER	134689	1000 g
5	A8	Sulfanilamida	FISHER	90132	100 g
6	A9	Cloruro de amonio	FISHER	124806	500 g
7	A10	Sulfato de magnesio heptahidratado	FISHER	124232	500 g
8	A12	Yoduro de potasio	FISHER	P410-500	500 g
9	A14	Eriocromo	FISHER	V	25 g
10	A16	Oxalato DPD	FISHER	O2358-25	25 g
11	A17	Inhibidor nitrificación	HACH	2533-35	35g
12	B2	Cloruro de bario dihidratado, cristales	FISHER	B34-500	500 g
13	B3	Sulfato de cobre pentahidratado	FISHER	C493	1000 g
14	B4	Nitrato de plata	FISHER	C213	1001 g
15	B5	Anaranjado de metilo	FISHER	M216	25 g
16	B6	Cloroformo 99.9%	FISHER	C298-4	4 L
17	B7	Ácido etilendiaminotetraacético, EDTA	LOBACHEMI E	CAS N°6381-92-6	500 g
18	B8	Cloruro de magnesio hexahidratado	SPECTRUITI	M 1035	1000 g
19	B11	Fenoltaleína	BDH	20088	25 g
20	B13	Diclorhidrato de n-etilendiamina	-	-	25 g
21	B14	Tetracloroetileno	FISHER	C182-4	4L

LISTADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS DEL
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTALHoja 2 de 3
REACTIVOS

Fecha de actualización: 11/12/2017

NÚMERO	CÓDIGO INTERNO	SUSTANCIA QUÍMICA	FABRICANTE	CÓDIGO DE PRODUCTO	PRESENTACIÓN
22	B16	Diclorometano	FISHER	D1434	4L
23	C2	Peróxido disulfato de amonio	FISHER	127270	500 g
24	C4	Dicromato de potasio	FISHER	P188-500	500 g
25	D1	Metanol	FISHER	C14G29006	4 L
26	D2	Acetonitrilo	FISHER	A998-4	4 L
27	D3	Glicerina	LA CASA DE LOS QUIMICOS	N/A	2 L
28	D5	Hexano	FISHER	H 302-4	4 L
29	D6	Benceno	GFS CHEMICALS	15252860	4 L
30	D7	Alcohol isopropílico	FISHER	A416P-4	4L
31	E1	Peróxido de hidrógeno	FISHER	121009	1 L
32	E2	Ácido ortofosfórico	FISHER	A242-212	2,5 L
33	E3	Ácido acético	FISHER	A38C-212	2,5 L
34	E4	Ácido clorhídrico	MERCK	1.00317.2500	2,5 L
35	E5	Ácido sulfúrico	MERCK	1.00731.2511	2,5 L
36	E6	Ácido nítrico	FISHER	A200C-212	2,5 L
37	E8	Hidróxido de sodio	MERCK	B0986198345	1 Kg
38	F1	DPD, Reactivo para cloro total	HACH	21056-69	1PK/100 sobres
39	F2	DPD, Reactivo para cloro libre	HACH	21055-69	1PK/100 sobres
40	F3	CyaniVer 3, bolsas de polvo reactivo para cianuro	HACH	21068-69	1PK/100 sobres
41	F4	CyaniVer 4, reactivo para cianuro	HACH	21069-69	1PK/100 sobres
42	F5	CyaniVer 5, reactivo para cianuro	HACH	21070-69	1PK/100 sobres
43	F6	NitraVer 5, reactivo para nitrato	HACH	21061-69	1PK/100 sobres
44	F7	Sulfide 1, reactivo para sulfuro	HACH	1816-32	100 mL
45	F8	Sulfide 2, reactivo para sulfuro	HACH	1817-32	100 mL
46	F9	SPADNS, reactivo para fluoruro	HACH	444-49	500 mL
47	F10	Solución amortiguadora, tipo sulfato	HACH	452-49	500 mL
48	F11	PhosVer 3, reactivo para fosfatos	HACH	21060-69	1PK/100 sobres



**LISTADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS DEL
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL**

**Hoja 3 de 3
REACTIVOS**

NÚMERO	CÓDIGO INTERNO	SUSTANCIA QUÍMICA	FABRICANTE	CÓDIGO DE PRODUCTO	PRESENTACIÓN
49	F15	Reactivo Nessler	HACH	2119449	500 mL
50	F16	Solución digestiva para demanda química de oxígeno	HACH	2125815	1PK/150
51	F17	Reactivo para oxígeno disuelto, alto rango	HACH	2515025	1PK/25
52	F18	Reactivo para detergentes	HACH	1008-68	2PK/26
53	F19	Reactivo cromo VI	HACH	12710	1PK/100
54	F20	Sulfaver4, reactivo para sulfatos	HACH	2106769	1PK/100
55	G1	Solución de amonio	BDH Laboratory reagents	27140	2,5 L
56	M18	Suplemento para enriquecimiento de Salmonella	3M	SESUP001 70-2007-7435-7	1,0 g
57	S1	Fluoruros	Hach	23249	500 mL
58	S11	Solución buffer pH 10,00	Scharlau	502010	1000 mL
59	S16	Sulfato de amonio	fisher Scientific	A938-500	500 g
60	S18	Permanganato de potasio	fisher Scientific	P279	500 g
61	S27	Bario	AccuStandard	AA04N-1	100 mL
62	S28	Cromo	AccuStandard	AA13N-1	100 mL
63	S29	Plomo	AccuStandard	AA29N-1	100 mL
64	S30	Vanadio	AccuStandard	AA67N-7	100 mL
65	S31	Níquel	AccuStandard	AA37N-1	100 mL
66	S32	Hierro	AccuStandard	AA27N-1	100 mL
67	S38	Estándar manganeso	AccuStandard	AA33N-1	100 mL
68	S 39	Estándar cadmio	AccuStandard	AA08N1	100 mL
69	S 40	Estándar aluminio	AccuStandard	AA01N-1	100 mL
70	S 41	Estándar de aceites y grasas	FLUKA/RTC	SPE037/1100 6	100 g
71	S 43	Estándar potasio	AccuStandard	AA43N-1	100 mL
72	S 45	Estándar fenoles	AccuStandard	WC-PHEN- 10X-1	100 mL
73	S 44	Estándar cobre	AccuStandard	AA15N-1	100 mL
74	S 46	Estándar arsénico	AccuStandard	AA03N-1	100 mL
75	S 47	Estándar selenio	AccuStandard	AA51N-1	100 mL
76	MR 7	pH	ERA	977	250 mL
77	MR 8	Estándar para demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno	ERA	516	15 mL



Anexo 2. Formatos de registro CHECKLIST de la evaluación cualitativa de riesgos químicos por el método COSHH ESSENTIALS, SHI-UC-02.

SHI-UC-02

**CHECKLIST
EVALUACIÓN CUALITATIVA DE RIESGOS QUÍMICOS
POR EL MÉTODO COSHH ESSENTIALS**

Datos generales

Laboratorio de análisis químico ambiental	Fecha:	30/04/2018
Sustancia: Nitrato de plata		
Análisis: Cloruros		

Factores que deciden las medidas de control

Frases: R: 34-50/53

Peligrosidad para la salud	Cantidad Usada	Pulverulencia		Volatilidad	
		Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
A					
B	Pequeña	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Baja	<input type="checkbox"/>
C					
D	Mediana	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Media	<input type="checkbox"/>
E					
S	Grande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta	<input type="checkbox"/>

Medidas de control

1	Ventilación general y buenas prácticas de laboratorio	MC1
2	Control de ingeniería, extracción localizada	
3	Confinamiento. Sistemas cerrados	
4	Situación especial, acuda a un experto	
S	Protección de piel y ojos	MCS

Implementación de las medidas de control

Medida de control:

Buenas prácticas de laboratorio

Selección del EPP

Anexo 3. Registros fotográficos

Laboratorio de análisis químico ambiental





Área de microbiología

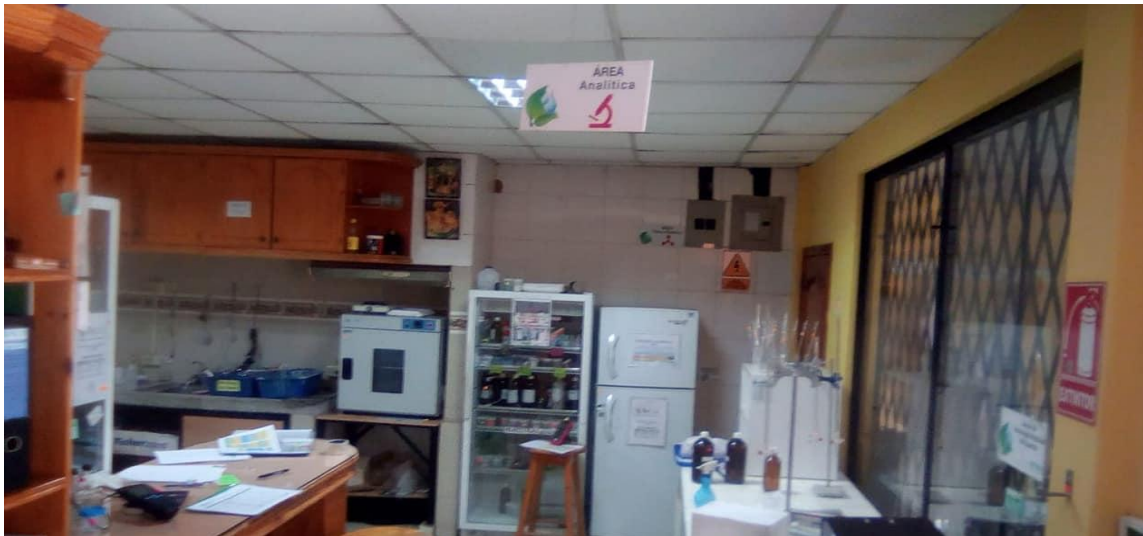




Área instrumental



Área analítica



Almacenamiento de sustancias químicas



Almacenamiento de muestras



Disposición de envases

