

Evaluación de la exposición a sustancias químicas en trabajadores de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Francisco Wiesner en la ciudad de Bogotá en el año 2024

Marco Arturo Millán Hernández

Avenida Calle 24 37-15

E.mail: mamillan@acueducto.com.co - marco.millan@uniminuto.edu.co

Bogotá, D.C. – Colombia

Resumen

Las sustancias químicas son indispensables para el mantenimiento de equipos y la elaboración de productos y deben ser gestionadas de forma apropiada para evitar efectos negativos en el ambiente y la salud de los seres vivos, en especial de los trabajadores, ya que muchas de estas sustancias son consideradas peligrosas, al tener características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, oxidantes, etc., lo que ha generado una variada normativa y documentación técnica para mejorar su manejo en todo su ciclo de vida (1).

Este trabajo caracteriza la exposición ocupacional y los factores de riesgo a sustancias químicas durante el proceso de mantenimiento de equipos, tratamiento de agua y análisis de laboratorio realizados en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) Francisco Wiesner de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP, generando estrategias de gestión del riesgo, que pueden ser aplicadas en diversos tipos de industrias y empresas y que mejoran la seguridad de las personas, del ambiente y los procesos.

1. Fundamentación del proyecto

1.1. Planteamiento del problema

El transporte, uso, manejo y disposición de sustancias químicas ha generado múltiples requerimientos normativos internacionales y nacionales, que obligan a las empresas a mejorar su capacidad para prevenir y saber atender incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales por este tipo de productos, es así como se desarrolló una “*Política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química*”, por el Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES 3550, que define lineamientos generales para mejorar la gestión de las organizaciones con orientación a prevenir, manejar y controlar efectos negativos en la salud por causa del agua, aire y las sustancias químicas (2), así mismo, se generó la “*Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas*”, CONPES 3868, que busca integrar los procesos de gestión del riesgo y el ciclo de vida de las sustancias químicas (3), definiendo un

conjunto de buenas prácticas y de bases fundamentales para la gestión de estos productos, que deben ser aseguradas por la EAAB-ESP en la PTAP Wiesner, que no estaban siendo aplicadas de forma integral y que hizo necesario realizar un trabajo de revisión, definición y estructuración de oportunidades de mejora, con estrategias para resolver esta problemática.

En la PTAP Wiesner se almacenan, preparan y dosifican sustancias químicas necesarias para asegurar que el agua sea apta para el consumo humano (4), con una gran cantidad de productos almacenados y dosificados, que generan riesgos que deben ser controlados y mitigados para proteger la salud, integridad y vida de las personas. Adicionalmente, la PTAP Wiesner tiene un laboratorio de análisis físico, químico y microbiológico, que cuenta con un almacén de reactivos y materiales de laboratorio, que permiten ejecutar los diversos métodos analíticos que son requeridos y por otra parte, se realizan actividades de gestión de activos, con el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones, para lo cual se usan una variedad de



8º CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS



21 · 22 · 23
MAYO · 2025
Centro de Convenciones
Cartagena de Indias - Colombia



22º Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27º Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

sustancias químicas, para limpieza, engrase, pintura, lubricación, desmontaje y montaje de elementos, es así que hay diversas actividades y sustancias químicas con altos niveles de riesgo, tanto así, que de las 25 sustancias químicas más peligrosas que se definieron en el documento “*Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas*” (1), 12 se usan en la PTAP Wiesner y que, por tanto, hacen fundamental una gestión adecuada para disminuir el riesgo de materialización de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales por estas sustancias químicas de alto riesgo.

El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2025-2030 establece dentro sus objetivos, la importancia del desarrollo del conocimiento del riesgo para reducirlo, optimizar la capacidad para intervenirlo, reduciendo el riesgo existente y previniendo que se generen nuevos riesgos, fortaleciendo la preparación para la respuesta y la capacidad de recuperación (decreto 978, 2024, artículo 6)(5), que pone de manifiesto la necesidad de las organizaciones que usan sustancias químicas, para prevenir y saber atender incidentes, emergencias y desastres, por el uso de estas sustancias que tienen la capacidad de generar daño y más aún, cuando se han definido específicamente las obligaciones de los empleadores cuando usan productos químicos en los lugares de trabajo (Resolución 773, 2021, artículo 21)(6).

Por otra parte, todas las empresas colombianas deben fundamentar un sistema de gestión que prevenga las lesiones y enfermedades que puedan causar las condiciones de trabajo y proteger y promocionar la salud de los trabajadores, para lo cual debe anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud de las personas asociadas a la organización (decreto 1072, 2015, artículo 2.2.4.6.4)(7), siendo para ello necesario contar con el compromiso a todos los niveles de la organización e implementar una metodología para identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y así, definir y

establecer los controles requeridos para contar con ambientes de trabajo seguros y saludables.

Cuando en una organización se requiere el uso de sustancias químicas, como en el caso del proceso de potabilización de agua, el mantenimiento de equipos y los análisis de laboratorio, se genera un riesgo para la salud y vida de todos los seres vivos asociados a estas actividades, que deben ser adecuadamente almacenadas, manejadas y dosificadas, siendo necesario cumplir completamente lo definido para la clasificación y comunicación de peligros, los requisitos de las etiquetas, las fichas de datos de seguridad – FDS y en general, las responsabilidades definidas en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado (8) y definitivamente, adoptar las medidas de higiene y seguridad requeridas para controlar los agentes nocivos, cuando se trabajan con sustancias que pueden dar origen a condiciones ambientales que afecten la vida, integridad, salud y seguridad de los trabajadores y demás personas expuestas al riesgo (ley 9, 1979, artículo 98)(9) y más, cuando se usan sustancias con alto nivel de riesgo, como en el proceso de desinfección que se usa cloro (gas con grado de toxicidad 2 (10).

Este trabajo involucró a los funcionarios de la PTAP Wiesner en el conocimiento, manejo y reducción del riesgo asociado a las sustancias químicas, ya que, en este tipo de componentes de gestión, el autocuidado y autoprotección son indispensables, para lo cual se debe consolidar una cultura de seguridad que se facilita cuando las personas han aportado a la construcción de lo que se pretende implementar y que necesita empoderar al personal en la toma de decisiones (11).

Este trabajo dio solución a las problemáticas y vacíos existentes, identificando, formulando e implementando herramientas prácticas para mejorar la seguridad en la PTAP Wiesner, contribuyendo de esta forma a la mitigación del riesgo químico, que puede ser aplicado en otras plantas, empresas y sectores del país.

1.2. Marco teórico

La calidad del agua de una PTAP depende en gran medida del adecuado uso de sustancias químicas en su proceso de producción y en los trabajos de mantenimiento que se realizan, existiendo en Colombia un índice de riesgo de calidad de agua-IRCA (4) que ha demostrado la gran diferencia entre lo urbano y lo rural, donde el uso de estas sustancias tiene una alta incidencia y de allí la importancia de generar estrategias sencillas y prácticas para mejorar el uso y manejo de este tipo de productos. Esta diferencia confirma la necesidad de mejorar el manejo de sustancias químicas en las PTAP colombianas:

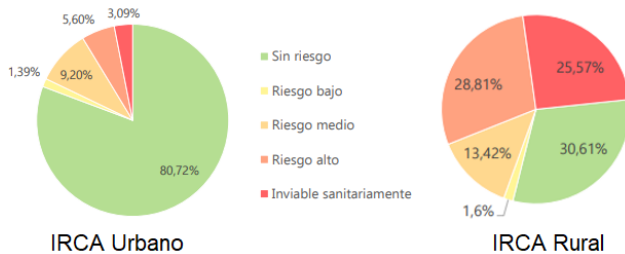


Figura 1 IRCA urbano y rural (Fuente: Ministerio de Salud, 2022 (12))

En la PTAP Wiesner se almacenan cerca de 60 toneladas de cloro y se dosifican hasta 4 toneladas al día, lo que hace necesario contar con un Programa de Prevención de Accidentes Mayores – PPAM (decreto 1347, 2021)(13).



Figura 2 Cilindros de cloro PTAP Wiesner

De los diversos tipos de sustancias definidos en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) (8), 21 sustancias están presentes en la PTAP Wiesner, como muestra la tabla 1, y que genera un conjunto de acciones y responsabilidades para su adecuado control por parte de la organización (6), ya que cada tipo de sustancia requiere elementos y procedimientos específicos para disminuir el riesgo.

Tabla I Tipos de sustancias químicas según el SGA en PTAP Wiesner

No.	Peligros físicos	¿Presente en PTAP Wiesner?	No.	Peligros para la salud	¿Presente en PTAP Wiesner?
1	Explosivos	Si	1	Toxicidad aguda	Si
2	Gases inflamables	Si	2	Corrosión/irritación cutáneas	Si
3	Aerosoles inflamables	Si	3	Lesiones oculares graves/irritación ocular	Si
4	Gases combustibles	Si	4	Sensibilización respiratoria o cutánea	Si
5	Gases a presión	Si	5	Mutagenicidad en células germinales	No
6	Líquidos inflamables	Si	6	Carcinogenicidad	Si
7	Sólidos inflamables	Si	7	Toxicidad para la reproducción	No
8	Sustancias autorreactivas	Si	8	Toxicidad específica de órganos diana (exposición única)	No
9	Líquidos piroforos	Si	9	Toxicidad específica de órganos diana (exposiciones repetidas)	No
10	Sólidos piroforos	No	10	Peligro por aspiración	Si
11	Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	No			
12	Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	Si			
13	Líquidos combustibles	Si			
14	Sólidos combustibles	No			
15	Peroxidos orgánicos	Si			
16	Sustancias y mezclas corrosivas para los metales	Si			

No.	Peligros para el medio ambiente	¿Presente en PTAP Wiesner?
1	Peligros para el medio ambiente acuático	Si
2	Peligros para la capa de ozono	Si

Realizar una caracterización adecuada de las actividades que se realizan en las organizaciones, identificando los cargos, sitios y condiciones de la exposición a las sustancias químicas inician el proceso de mejorar la gestión de estos productos, como se muestra a continuación:

Tabla II Caracterización de actividades PTAP Wiesner

1 Tratamiento				
No.	Actividad	Cargo(s)	Sitio	Nivel contacto con sustancias químicas
1.1	Toma de muestras	Ayudante de tratamiento nivel 42	Válvula entrada (agua cruda) Válvula salida (agua tratada)	No
1.2	Recibo productos químicos		Área coagulante líquido	
1.3	Preparación productos químicos	Profesional Especializado tratamiento	Área (Sulfato de aluminio)	Alta
1.4	Dosificación productos químicos	Técnico tratamiento de aguas nivel 32	Área Cloro	
1.5	Manejo de residuos productos químicos	Ayudante de tratamiento nivel 42	Área almacenamiento bolsas cal	Media
1.6	Lavado de filtros	Profesional Especializado tratamiento Técnico tratamiento de aguas nivel 32	Galería filtros 1 a 4	No
1.7	Análisis de laboratorio de proceso	Profesional Especializado tratamiento Tecnólogo operativo nivel 31 (Analista químico)	Laboratorio proceso piso 2	Baja
1.8	Registro de información	Profesional Especializado tratamiento		
1.9	Toma decisiones de tratabilidad	Tecnólogo operativo nivel 31	Sala de control planta	No
2 Laboratorio				
No.	Actividad	Cargo(s)	Sitio	Nivel contacto con sustancias químicas
2.1	Análisis de laboratorio físico-químico	Profesional Especializado tratamiento Tecnólogo operativo nivel 31 (Analista químico)	Laboratorio planta	Media
2.2	Análisis de laboratorio microbiológico			
2.3	Almacenamiento materiales y sustancias químicas	Profesional Especializado tratamiento Tecnólogo operativo nivel 31 (Analista químico)	Almacén laboratorio	Alta
2.4	Registro de información	Profesional Especializado tratamiento Tecnólogo operativo nivel 31 (Analista químico)	Almacén laboratorio	No
2.5	Manejo de residuos laboratorio	Profesional Especializado tratamiento Tecnólogo operativo nivel 31 (Analista químico)	Almacén laboratorio	Baja
3 Mantenimiento				
No.	Actividad	Cargo(s)	Sitio	Nivel contacto con sustancias químicas
3.1	Ejecución orden de mantenimiento	Técnico electricista nivel 32	Centro control de motores 1	No o Baja, según trabajo
3.2	Ejecución orden de mantenimiento	Técnico mecánico nivel 32	Válvula lavado ascensional filtro 4	No a Media, según trabajo
3.3	Almacenamiento materiales y sustancias químicas	Técnico mecánico nivel 42	Almacén mantenimiento	Alta
3.4	Manejo de residuos	Ayudante 52	Área almacenamiento residuos mantenimiento	Baja



1.3. Diseño metodológico

El tipo de investigación define como será abordado el tema de investigación y como se realizará el levantamiento de información con la definición de las variables de investigación y como se dará respuesta a los objetivos del proyecto (14). Los tipos de investigación que están definidos en este proyecto son del tipo mixto, aplicada y descriptiva, con componentes deductivos e inductivos.

Así mismo, se realiza la delimitación del alcance del trabajo, definiendo los componentes de gestión que serán intervenidos.

Tabla III Alcance trabajo sustancias químicas PTAP Wiesner

No.	Alcance	Delimitación
1	Beneficiario	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP
2	Tiempo	Año 2024
3	Lugar	Planta de Tratamiento Francisco Wiesner La Calera, Cundinamarca.
4	Proceso	Acueducto
5	Subprocesos	MPMA02 Tratamiento MPMM05 - Calibración, hidro meteorología y ensayo MPMM06 - Mantenimiento plantas de tratamiento agua potable
6	Procedimientos	MPMA0211 Operación planta Francisco Wiesner MPMM0910 Ensayos del laboratorio de aguas MPMM0601 Mantenimiento de equipos en plantas de tratamiento de agua potable - PTAP
7	Sustancias químicas	Productos químicos proceso de tratamiento (cal hidratada y viva, sulfato de aluminio líquido, polícloruro de aluminio, polímero, cloro, dióxido de cloro, hipoclorito de sodio). Sustancias químicas (reactivos) y materiales de laboratorio (Listado de sustancias químicas de ensayos de laboratorio). Sustancias químicas de trabajos de mantenimiento (combustibles, pinturas, desengrasantes, lubricantes)
8	Sitios	1. Almacenamiento y dosificación cloro - 2. Tanques sustancias químicas líquidas - 3. Almacenamiento, preparación y dosificación cal - 4. Dosificación coagulantes - 5. Laboratorio - 6. Taller mantenimiento
9	Factores de riesgo (Icontec, 2012)	Biológico - Físico - Químico - Psicosocial - Biomecánicos - Condiciones de seguridad - Fenómenos naturales
10	Eventos no deseados	Incumplimiento de requisitos en las actividades asociadas - Niveles de riesgo no tolerables de factores de riesgo - Escape-derrame - Accidentes de trabajo-Enfermedades laborales
11	Gestión del riesgo	Antes: Prevención-Preparación-Detección Durante: Resistencia Después: Recuperación y vuelta a la normalidad
12	Personal expuesto	Personal PTAP Wiesner

2. Desarrollo del proyecto en la PTAP Wiesner

Se aplicaron una serie de estrategias para identificar las características y condiciones de los sitios de trabajo y la gestión asociada a las sustancias químicas en los trabajos de mantenimiento, el tratamiento de agua y los análisis de laboratorio, dentro de las cuales vale la pena mencionar:

- **Inventario de sustancias químicas:** Se hizo el levantamiento de información del tipo, cantidad y ubicación de las sustancias químicas presentes en el mantenimiento de equipos, tratamiento de agua y análisis de laboratorio.

- **Inspecciones:** Se realizaron visitas a los sitios de trabajo para determinar los elementos físicos, actividades y condiciones del trabajo, utilizando formatos establecidos en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la EAAB-ESP.
- **Foto Safari:** Se aplicó la metodología de la Norma Técnica de Prevención NTP 709 "Fotosafari"(15), del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), donde se envían fotos y preguntas a expertos sobre sitios específicos para que de acuerdo a su experiencia identifiquen fallas o aspectos por mejorar.

2.1. Perfil sociodemográfico, condiciones de salud y del trabajo

Se realiza una encuesta con el personal para identificar sus características y determinando su percepción sobre los riesgos asociados a su trabajo, siendo vital para validar lo identificado en las inspecciones a los sitios donde se realizan los trabajos.

Tabla IV Percepción del personal sobre riesgos en PTAP Wiesner

No.	Sitio	Profesional	Tecnólogo	Técnico tratamiento			Ayudante tratamiento		Técnico mantenimiento mecánico		Técnico mantenimiento eléctrico		Ayudante mantenimiento
				31	32 calidad	32 litros	75%	0%	0%	0%			
Biológico		0%	33%	0%	0%	0%	75%	0%	0%	0%	0%	50%	
Físico	Ruido	0%	0%	0%	0%	0%	38%	43%	28%	75%	0%	75%	
	Illuminación (noche)	0%	33%	88%	0%	100%	0%	71%	75%	0%	0%	75%	
	Luz solar	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
Químico	Baja temperatura	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	Líquido	0%	33%	0%	0%	0%	0%	29%	0%	0%	0%	75%	
	Gases	0%	33%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Psicosocial	Material particulado	0%	0%	0%	88%	0%	100%	71%	75%	75%	75%	75%	
	Responsabilidad	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Biomecánico	Concentración	100%	100%	100%	100%	100%	100%	85%	88%	50%	50%	50%	
	Postura	75%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	75%	
	Manejo cargas	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	75%	100%	100%	100%	
Condiciones seguridad	Mecánico	0%	33%	0%	88%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	Eléctrico	75%	66%	50%	88%	88%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	Locativo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	Trabajo alturas	75%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	Espacio confinado	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	71%	50%	50%	50%	
	Riesgo público	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	75%	

Alto Riesgo alto. Peligro latente.
Medio Riesgo medio. Peligro para tener presente.
Bajo Riesgo bajo.
Muy bajo No debería estar presente peligro.
No aplica No debería estar presente peligro.

2.2. Identificación de los factores de riesgo por sustancias químicas

Se identificaron en detalle los tipos y sitios de sustancias químicas presentes, con las cuales se inicia el proceso de recolección de información técnica a través de las fichas de datos de seguridad.

Es así como la GTC 45 se basa en actividades y sus riesgos y esta metodología evalúa el riesgo en los “componentes de las actividades” y sus vulnerabilidades (lo que genera un riesgo).

Se hace una evaluación del riesgo en los elementos físicos asociados a cada proceso que utiliza sustancias químicas, en términos de cantidad (suficiencia), efectividad (que sirvan para lo que es requerido), operatividad (que funcionen) y disponibilidad (donde y como deben estar).

disponibilidad (¿están cuando y donde se necesitan?).

Tabla XI Evaluación talento humano cloro PTAP Wiesner 2024

No.	Talento humano	Cantidad		Aptitud		Actitud		Disponibilidad	
		No.	Explicación	No.	Explicación	No.	Explicación	No.	Explicación
Operación									
1	Movilización cilindros (recibo (llenos), cargue dosificación (llenos y vacíos) y entrega (vacíos))	0,8	Suficiente	0,8	Falta formación	1	Adecuada	0,7	Mesas baja disponibilidad
2	Conexión y desconexión de cilindros	0,8	Suficiente	0,8	Falta formación	1	Adecuada	0,7	Mesas baja disponibilidad
3	Operación de evaporadores y cloradores	0,8	Suficiente	0,6	Falta formación	0,8	Hay alguna indisposición	0,6	Mesas baja disponibilidad
4	Mantenimiento de evaporadores y cloradores	0,8	Suficiente	0,7	Falta formación	0,8	Hay alguna indisposición	0,6	Mesas baja disponibilidad
5	Manejo de escapes de cloro.	0,8	Suficiente	0,7	Falta formación	0,8	Hay alguna indisposición	0,6	Mesas baja disponibilidad
6	Permisos de trabajo cloro	0,8	Suficiente	0,3	Sin formación	0,5	Hay alguna indisposición	0,6	Mesas baja disponibilidad
7	Primeros auxilios cloro.	0,8	Suficiente	0,3	Sin formación	0,5	Hay alguna indisposición	0,6	Mesas baja disponibilidad
Promedio		0,80	Suficiente	0,60	Requiere formación	0,77	Para mejorar actitud	0,63	Mesas baja disponibilidad

Tabla IX Evaluación de equipos existentes cloro 2024

No.	Elementos	Cantidad	Uso	Cantidad		Efectividad		Operatividad		Disponibilidad	
				No.	Explicación	No.	Explicación	No.	Explicación	No.	Explicación
Equipos cloro											
1	Cilindros de cloro	85	Almacenamiento cloro líquido.	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
2	Básculas de cloro	2	Pesa consumo cloro	1	Suficiente	1	Efectivo	0,4	No confiable	1	Disponible
3	Múltiple conexión	2	Recepción de cloro	0,6	No suficiente	1	Efectivo	0,4	No confiable	1	Disponible
4	Serpentines	20	Conexión flexible entre cilindro y múltiple conexión	0,6	No suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
5	Yugos	15	Conexión del serpentín y el cilindro	0,4	Insuficiente	0,6	No todos efectivos	0,4	No todos operativos	1	Disponible
6	Polipastos y rieles	2	Iza los cilindros	1	Suficiente	1	Efectivo	0,5	Uno no opera bien	1	Disponible
7	Evaporadores	4	Convierte el cloro líquido en cloro gaseoso	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
8	Cloradores	4	Dosifica el cloro	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
9	Tubería precloro	1	Transporta solución cloro-agua a punto aplicación agua cruda	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
10	Tubería desinfección	1	Transporta solución cloro-agua a punto aplicación agua filtrada	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
11	Iluminación artificial	1	Iluminación día y noche	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
12	Iluminación emergencia	1	Se prenden en caso de falla de energía	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
Promedio				0,86	Suficiente	0,97	Efectivo	0,81	Operativo	1,00	Disponible
Equipos seguridad cloro											
1	Detector de fugas	2	Detecta escapes de cloro mayor a 1 ppm	1	Suficiente	1	Efectivo	0,4	No confiable	1	Disponible
2	Generador aire continuo	3	Sistema autónomo para manejo de emergencia de cloro	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
3	Cilindros autónomos	15	Sistema con cilindro para trabajos cortos	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
4	Autocentridos	6	Sistema de aire para 30 minutos	1	Suficiente	0,6	No todos efectivos	1	Operativo	1	Disponible
5	Sistema cargue aire	1	Equipo para cargue de cilindros	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
6	Trajes encapsados	2	Protección cuerpo persona	0,6	No suficiente	1	Efectivo	0,6	Primeros auxilios no control	1	Disponible
7	Kit manejo escapes cloro	2	Asesorio de escapes de cloro, del tipo B	1	Suficiente	1	Efectivo	1	Operativo	1	Disponible
Promedio				0,94	Suficiente	0,94	Efectivo	0,86	Operativo	1,00	Disponible

Se hace la evaluación del riesgo de los procedimientos asociados al uso de sustancias químicas, en términos de que sean integrales (tengan en cuenta todos los componentes que aplican), efectivos (cumplan el objetivo), vigentes (correspondan a la realidad actual de las actividades) y aplicables (que el personal los ejecute como está establecido), que en el caso del cloro dio los siguientes resultados:

Esta metodología identifica las acciones específicas que se deben realizar sobre los elementos físicos, los procedimientos y el talento humano para mejorar la gestión de sustancias químicas y así, disminuir el riesgo, que ayuda totalmente a definir qué plan de acción se requiere o bien, asumiendo el riesgo cuando sea más costoso disminuir la vulnerabilidad.

2.3.3 Evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH

Essentials: Se aplicó la metodología para evaluar el nivel de riesgo de las sustancias químicas de la PTAP Wiesner, de la NTP 936 “Evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials (Control of Substances Hazardous to Health-Control de Sustancias Peligrosas para Salud) (18), que tiene en cuenta tres componentes principales:

- Peligrosidad de acuerdo con las frases R y H.
- La volatibilidad o pulverulencia o tendencia a pasar al ambiente.
- La cantidad de sustancia que se usa.

Tabla X Evaluación de controles existentes cloro PTAP Wiesner 2024

No.	Elementos	Integralidad		Efectividad		Vigencia		Aplicabilidad	
		No.	Explicación	No.	Explicación	No.	Explicación	No.	Explicación
Operación									
1	Movilización cilindros (recibo (llenos), cargue dosificación (llenos y vacíos) y entrega (vacíos))	0,8	Integral	1	Efectivo	0,8	Vigente	1	Se aplica
2	Conexión y desconexión de cilindros	0,8	Integral	0,8	Efectivo	0,8	Vigente	1	Se aplica
3	Operación de evaporadores y cloradores	0,6	No integral	0,8	Efectivo	0,8	Vigente	1	Se aplica
4	Mantenimiento de evaporadores y cloradores	0,6	No integral	0,8	Efectivo	0,8	Vigente	1	Se aplica
5	Manejo de escapes de cloro.	0,8	Integral	1	Efectivo	0,8	Vigente	0,6	No se practica
6	Permisos de trabajo cloro	0	No existe	0	No efectivo	0	No vigente	0	No aplicable
7	Primeros auxilios cloro.	0,6	No integral	1	Efectivo	0,8	Vigente	0,6	No se practica
Promedio		0,60	No integral	0,77	No efectivo	0,69	No vigente	0,74	No se practica

Por último, se evalúa el riesgo asociado al talento humano en términos de cantidad (¿son los funcionarios que se necesitan?), aptitud (¿poseen la competencia laboral?), actitud (¿tienen la disposición para realizar bien el trabajo?) y

Las metodologías GTC 45 y PIRE EAAB, están asociadas a los procesos, actividades y elementos de manejo y control de sustancias químicas y esta metodología identifica es el nivel de riesgo de la sustancia química como tal, con lo cual se identifica de forma específica el tipo de control que es requerido y que determina los procedimientos y elementos que deben ser utilizados y que cierra por tanto, el ciclo de manejo y control que es adecuado para el manejo de sustancias químicas en una organización.

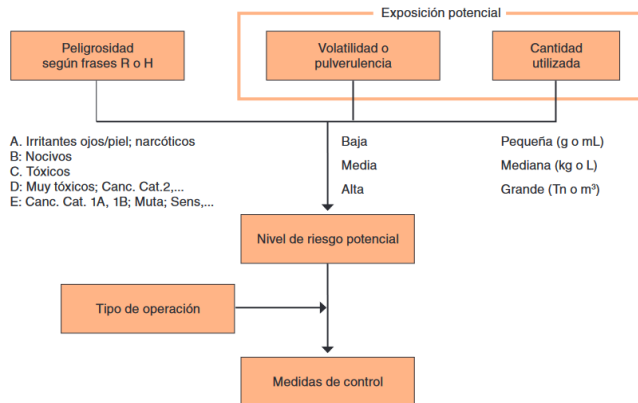


Figura 3 Etapas y variables del modelo COSHH Essentials
(Fuente: INSSST, NTP 936, 2012(17))

Con las metodologías anteriores se identificaron los componentes de la gestión (elementos físicos-recursos, procedimientos-actividades y talento humano) que deben ser mantenidos y mejorados en la gestión para disminuir el riesgo por el uso de sustancias químicas.

2.4. Estrategias de gestión del riesgo por sustancias químicas

De acuerdo con el trabajo desarrollado, se determinó que era necesario fortalecer algunos componentes de la gestión para mejorar el recibo, transporte, manejo, uso y disposición de las sustancias químicas y que permitían disminuir el riesgo asociado a sus necesidades en el proceso, dentro de las cuales vale la pena mencionar:

2.4.1 Etiqueta: Toda sustancia química debe estar adecuadamente identificada, de forma tal que se puede determinar rápidamente su peligrosidad y el manejo que debe tener y que está definido completamente en la resolución 773 de 2021, artículo 4 (6).

2.4.2 Fichas de datos de seguridad-FDS: De toda sustancia química que se tiene, se debe contar con esta información fundamental para saber sus componentes y las medidas en caso de cualquier evento no deseado, tal como está definido en la resolución 773 de 2021, artículo 16 (6).

2.4.3 Análisis de causas y consecuencias: Algunos problemas específicos, antes de que generen un evento no deseado, requieren de un análisis de

causas y consecuencias que permitan establecer el conjunto de actividades que den solución definitiva a lo identificado, en sus diversas etapas, que en el caso de la PTAP Wiesner está asociado a:

- Mejoramiento de escaleras y sistemas de acceso e izajes.
- Inducción y reinducción en uso y manejo de sustancias químicas.

2.4.4 Análisis de trabajo seguro: Para algunas actividades específicas se hace necesario hacer un análisis integral de las condiciones óptimas de seguridad que son requeridas para disminuir el nivel de riesgo, que en este caso son:

- Descargue de coagulantes líquidos.
- Cargue y descargue de bultos de cal.
- Cargue y descargue de cilindros de cloro.
- Tránsito de sustancias químicas en el taller de mantenimiento.

2.4.5 Permisos de trabajo: Se requiere contar con una revisión sistemática y autorización expresa para la ejecución de unas actividades de alto riesgo, como son:

- Cargue y descargue de cilindros de cloro.
- Conexión y desconexión de cilindros de cloro.
- Desconexión y conexión de evaporadores.
- Desconexión y conexión de cloradores.

2.4.6 Programa de Prevención de Accidentes mayores-PPAM: Por la cantidad de cloro almacenado, se hizo necesario formular este PPAM (13), que es una estrategia que previene la ocurrencia de eventos no deseados, implementa una gestión integral de esta sustancia peligrosa y disminuye el riesgo de que se presenten accidentes mortales y una afectación grave al ambiente o a la calidad de agua, que está definido en el Decreto 1347 de 2021 y que podría ser aplicado como una cultura de trabajo de las organizaciones que utilizan sustancias químicas en sus procesos de trabajo.



3. Conclusiones y recomendaciones

Realizar un análisis sistemático e integral de los diversos componentes asociados a las sustancias químicas que se utilizan en una organización, permite detectar debilidades y oportunidades de mejora en la gestión, que disminuye el riesgo de que ocurran incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales, que protegen al trabajador y al ambiente asociado a la organización.

Es fundamental que la organización, los líderes de los procesos y los funcionarios, asuman integralmente sus roles y responsabilidades en la gestión segura de sustancias químicas, generando confianza y asumiendo sus actividades con autocuidado, autocontrol y toma de conciencia.

Los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo hacen necesario que todas las partes interesadas de la organización aseguren el cumplimiento de requisitos, deben hacer parte del proceso y participar proactivamente.

Los elementos de protección personal y colectivo, deben ser dispuestos por la organización en la cantidad y calidad requerida, los líderes de los procesos deben vigilar que los funcionarios los usen y mantengan de forma adecuada.

Las buenas prácticas operativas y permisos de trabajo, en el uso de sustancias químicas, son fundamentales para evitar la ocurrencia de eventos no deseados, en especial, los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales.

Las inspecciones a los sitios de trabajo deben ser componentes permanentes de la gestión, que permita identificar cambios y aspectos por mejorar, definiendo los planes de acción para mantener altos estándares de seguridad.

El etiquetado y las fichas de datos de seguridad, son herramientas normativas que requieren que todo el personal que tiene relación con las sustancias químicas las conozca y sepa utilizar en caso de un evento no deseado.

El uso de sustancias químicas en las organizaciones, deberían generar una cultura de seguridad, que disminuya el riesgo de eventos no deseados.

4. Bibliografía

1. Consejo Colombiano de Seguridad. (2022, 25 de enero). Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas.
2. Departamento Nacional de Planeación. (2008, 24 de noviembre). Consejo Nacional de Política Económica y Social - Conpes 3550 - Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química.
3. Departamento Nacional de Planeación. (2016, 5 de octubre). Consejo Nacional de Política Económica y Social - Conpes 3868 - Política de Gestión del Riesgo Asociado al uso de Sustancias Químicas.
4. Decreto 1575 de 2007 (Ministerio de Medio Ambiente). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. 9 mayo 2007.
5. Decreto 978 de 2024 (Presidencia de la República). Adopta la segunda actualización de Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. 2 agosto 2024.
6. Resolución 773 de 2021 (Ministerio de Trabajo). Por la cual se definen las acciones que deben desarrollar los empleadores para la aplicación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos en los lugares de trabajo. 7 abril 2021.
7. Decreto 1072 de 2015 (Ministerio del Trabajo). Regula el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. 26 mayo 2015.
8. Decreto 1496 de 2018 (Ministerio de Trabajo). Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química. 6 agosto 2018.
9. Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. 24 enero 1979. D.O. No. 35.308.
10. Brinsa (2018). Ficha datos de seguridad cloro.



11. Acero, I.E. (2019). Empoderamiento, una falencia en las empresas. (Trabajo de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada).
12. Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2022). Informe Nacional de Calidad del Agua.
13. Decreto 1347 de 2021 (Presidencia de la República). Adopta el Programa de Prevención de Accidentes Mayores – PPAM.
14. Muguria, A (2023). Question pro. Tipos de investigación y sus características.
15. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2018). Foto Safari. NTP 709: una herramienta de observación del trabajo.
16. Icontec (2012). GTC 45. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos de seguridad y salud ocupacional.
17. Plan Institucional de Respuesta a Emergencias – PIRE EAAB (Julio 2024).
18. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2012). Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials. NTP 936.

c. Celular: 3005759224

3. Dirección del autor

a. Residencia: Calle 137ª 72-30

b. Oficina: Avenida Calle 24 37-15

c. E-mail: mamillan@acueducto.com.co -
marco.millan@uniminuto.edu.co

d. Bogotá

e. Colombia

Marco Arturo Millán Hernández

Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional, Especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad Piloto, Especialista en Recursos Hídricos Urbanos de la Universidad de los Andes y terminando la Maestría en Gerencia de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Uniminuto. 30 años de experiencia profesional, 25 años en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP y actualmente es el Jefe de División del Sistema Norte de Abastecimiento, a cargo del Sistema Chingaza y la planta Wiesner. Segundo puesto del premio Aciem a la Ingeniería del Mantenimiento - 2007.

1. Nombre autor: Marco Arturo Millán Hernández

2. Teléfono

a. Residencia: 2269846

b. Oficina: 3447000 Ext. 3410