

08-003

CATALOGUING THE SAFETY OF A CHEMICAL LABORATORY FOR RESEARCH INTO MICRO-CONTAMINANTS.

Aldeguer Esquerdo, Alejandro ⁽¹⁾; Varo Galvañ, Pedro José ⁽¹⁾; Sentana Gadea, Irene ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Alicante

Risk assessment in research laboratories has a certain degree of difficulty that makes it complicated to apply assessment methods in the traditional methodologies. This is especially difficult when the assessment involves risks related to chemical agent exposure. Sampling and analysis for subsequent comparison with environmental limit values are difficult to apply due to the variety of uses and quantity of chemical products present in the laboratories. For this reason, different procedures have been proposed, based on classification systems of the "control banding" type. We have carried out the safety cataloguing of a chemical research laboratory in micropollutants. The Technical Prevention Note 1106 has been applied as a tool. With it, a cataloguing procedure has been applied to obtain a score of the chemical laboratories about their safety level, evaluating the safety risk factors associated with the activity carried out, and those related to the environment work. The purpose of all this is to encourage the laboratory managers to carry out improvement procedures.

Keywords: Laboratory security; research laboratory; risk assessment; cataloguing; security Level.

CATALOGACIÓN DE LA SEGURIDAD DE UN LABORATORIO QUÍMICO DE INVESTIGACIÓN EN MICROCONTAMINANTES.

La evaluación de los riesgos en los laboratorios de investigación presenta una serie de dificultades que hacen casi siempre inviable una evaluación tradicional, sobre todo por lo que afecta a los riesgos de exposición a agentes químicos, en la que los procesos de toma de muestras y análisis para su posterior comparación con valores límites ambientales son difícilmente aplicables por la variedad de usos y cantidad de productos químicos presentes en los laboratorios. Por ello, se han propuesto diferentes procedimientos, basados en sistemas de clasificación tipo control banding. En este trabajo se ha realizado la catalogación de seguridad de un laboratorio químico de investigación en microcontaminantes, aplicando como herramienta, la Nota Técnica de Prevención 1106, en el que se aplica un procedimiento de catalogación que permite obtener para los laboratorios químicos de investigación una puntuación sobre el nivel de seguridad que presenta el laboratorio, evaluando los factores de riesgo asociado a la actividad que se desarrolla y los condiciona por el propio entorno de trabajo, de cara a incentivar procedimientos de mejora por parte de los responsables de los mismos.

Palabras claves: Seguridad de laboratorio; laboratorio de investigación; evaluación de riesgos; catalogación; nivel de seguridad.

Correspondencia: Alejandro Aldeguer Esquerdo a.aldeguer@ua.es



© 2021 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La protección del trabajador frente a los riesgos laborales exige actuaciones institucionales que sobrepasen el mero cumplimiento formal de un conjunto predeterminado de deberes y obligaciones empresariales, por lo que se propicia un nuevo enfoque de los riesgos laborales, basado en los principios generales de la prevención. Es obligación de las empresas evaluar los riesgos originados por los agentes químicos, con la finalidad de llevar a cabo un plan de acciones preventivas, que debe revisarse cada vez que se produzcan cambios en las condiciones de trabajo; en caso de que no sea posible, deben ser eliminados (Ley 31/1995).

Los laboratorios de investigación, presentan unas características propias que la diferencian de otras áreas productivas. Entre ellas encontramos una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan y las operaciones que se realizan con ellos. En el caso de los productos empleados para los análisis debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua. Por otro lado, la implantación de criterios para el aseguramiento de la calidad, tanto si se trata de la obtención de una acreditación tipo Buenas Prácticas de Laboratorio (Real Decreto 1369/2000) o la certificación en base a una norma como las 9000:2015 (ISO, 2015) o ISO 45001:2018 (ISO, 2018), lleva implícita la aplicación de una política de seguridad.

Junto con el desarrollo de la sociedad, el mercado y la economía, el campo laboral también ha evolucionado y una de las áreas fundamentales con respecto al trabajador, tiene relación con la prevención de riesgos. En el medio ambiente laboral encontramos agentes o sustancias patógenas que, por su naturaleza, son capaces de producir enfermedades o lesiones en las personas (Robledo, 2013).

En los laboratorios químicos de investigación, el manejo de productos químicos es muy común, independientemente del campo de estudio, es indispensable. Como principio de precaución, una vez no se puede eliminar ni reducir el riesgo, implementar la protección colectiva es la primera medida preventiva (Real Decreto 1791/2010).

El trabajo en el laboratorio de investigación presenta una serie de características que lo diferencian del que se desarrolla en otras áreas. Los riesgos existentes tienen características propias y consecuencias muy diferentes que dependerán de las instalaciones, los productos que se manejen y las operaciones que se realicen. Por otro lado, el diseño, la ubicación y la organización del laboratorio pueden influir también decisivamente en la seguridad. Con respecto a los productos debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua. La presencia abundante de riesgos impone la necesidad de emprender acciones encaminadas a la seguridad, entendida ésta, al menos, como la minimización de dichos riesgos (Pitt, 1988).

Por lo tanto, se debe asegurar que todo el personal comprenda los riesgos y peligros localizados en el laboratorio de investigación de manera clara, concisa y gráfica, permite tomar las medidas adecuadas para evitar accidentes y/o condiciones inseguras que puedan causar daños. De cualquier manera, numerosos expertos concuerdan en que la seguridad está mejor implementada en el ámbito industrial que en el ámbito académico (Backus et al., 2012; Agustian, & Seery, 2017).

La evaluación de los riesgos en los laboratorios de investigación, presenta una serie de dificultades que hacen casi siempre inviable una evaluación tradicional, requieren el uso de diversos agentes químicos y equipos de análisis utilizados en los laboratorios, los cuales pueden conllevar un riesgo tanto para la salud de los seres vivos como al medio ambiente, si no se toman en cuenta las medidas básicas de seguridad. Los dos elementos de peligro y riesgo suelen estar presentes en las actividades experimentales, por lo que es importante

identificarlos y evaluarlos, y darse cuenta de que, si el peligro y el riesgo son grandes, se deben tomar las mayores medidas de seguridad.

En el presente trabajo, se adopta el modelo para la catalogación de laboratorios químicos de investigación mediante la Nota Técnica de Prevención 1106 (INSSBT, 2018), obteniendo las puntuaciones de calificación de seguridad propuestas por el laboratorio para incentivar al personal responsable a mejorar los procedimientos.

1.1. Método cualitativo

Los métodos cualitativos están diseñados para facilitar a las empresas la gestión de los riesgos provocados por los agentes químicos. Antes de nada, se requiere la búsqueda de información sobre los agentes químicos que componen estos peligros, para ello utilizar como punto de partida la información disponible en la ficha de datos de seguridad y su etiqueta correspondiente. Sin embargo, los determinantes de la cantidad de exposición considerada pueden variar de una herramienta a otra, por lo que es difícil de usar en algunos casos (INSHT, 2017).

Los modelos simplificados de control banding (método cualitativo), su función principal es facilitar la evaluación de los riesgos asociados a la exposición a los productos químicos en los laboratorios. Es una técnica que se utiliza para guiar la evaluación y gestión de los riesgos químicos en el laboratorio de investigación, centrándose en un número limitado de medidas de control específicas. Para ello, sugieren clasificar los laboratorios utilizados, el número, frecuencia de uso, propiedades físicas y químicas, procedimientos de ventilación, etc. Características de los peligros utilizadas en la catalogación

1.2. Características de los peligros utilizadas en la catalogación

El Reglamento CLP es la legislación vigente en la UE en materia de clasificación y etiquetado de sustancias y mezclas. Introduciendo un nuevo sistema de clasificación y etiquetado de las sustancias químicas peligrosas en la Unión Europea. Los pictogramas también han sido modificados y son conformes al Sistema Globalmente Armonizado de las Naciones Unidas (Reglamento 1272/2008).

El Reglamento CLP considera tres grupos de peligros: físicos, para la salud humana y para el medio ambiente.

1.3. Actividades realizadas en la zona de estudio

En el laboratorio químico de investigación estudiado se desarrollan diversas actividades de investigación, a los efectos de este estudio nos centraremos únicamente en lo referente a la investigación de microcontaminantes en aguas.

La investigación esta área precisa de la realización de actividades experimentales de diversos parámetros físico-químicos del agua, desde: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Ácidos Grasos Volátiles (AGV), Materia Seca (MS), Materia Volátil (MV), Sólidos en Suspensión (SS), Sólidos en Suspensión Volátiles (SSV), Nitrógeno Total (NT), Fosforo Total (PT), Potencial de Hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, contaminantes orgánicos emergentes (EOC) como fármacos y plaguicidas.

Los agentes químicos empleados en el laboratorio estudiado, podemos agrupar en 3 grupos según las indicaciones de peligrosidad, en Comburente, Inflamable e Irritación cutánea y lesiones oculares. Los 3 grupos de agentes químicos, predominan los agentes químicos cuyo código de identificación de peligro es H301, H302, H318, H319, H335 y H410.

La Clasificación Nacional de Ocupaciones (INE, 2021), indica que el personal que realiza sus actividades en dicho laboratorio químico de investigación corresponde a una ocupación CNO

3132, asociada a los técnicos en instalaciones de tratamiento de residuos, de aguas y otros operadores en plantas similares vigilan y manejan los sistemas informatizados de control y los equipos afines de las instalaciones de tratamiento de residuos sólidos y líquidos para regular el tratamiento y eliminación de éstos, y de las instalaciones de filtración y tratamiento de agua para regular el tratamiento y la distribución de ésta.

2. Objetivos

Realizar la catalogación sobre el nivel de seguridad de un laboratorio químico de investigación de microcontaminantes en aguas utilizando metodología simplificada.

Para ello desarrollaremos los objetivos específicos:

- Primero. Valorar el nivel de alerta o atención del laboratorio.
- Segundo. Determinar el estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamiento presentes en el laboratorio.
- Tercero. Establecer la relación entre nivel de alerta obtenido y el estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamientos.
- Cuarto. Elaborar la hoja de catalogación.

3. Metodología

El modelo actual de clasificación de laboratorios químicos se basa en la combinación de dos componentes básicos en la prevención de riesgos, como son los factores de riesgo relacionados con las actividades que se realizan y los factores de riesgo regulados por el propio entorno de trabajo. El sistema se divide en tres etapas. Las dos primeras se pueden utilizar de forma independiente o combinada, dando como resultado la tercera etapa. Esta etapa proporciona información muy completa y es de fácil manejo y uso. Es tanto para los técnicos de prevención como para los usuarios de laboratorio. Estas etapas son:

- Primera. La determinación de un "nivel de alerta o atención" del laboratorio, que se establecerá considerando aspectos relacionados con la actividad que se desarrolla en el mismo.
- Segunda. La determinación del estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamientos presentes en el laboratorio, que facilitan una información complementaria y de fácil gestión a la hora de establecer la catalogación final.
- Tercera. Relaciona los aspectos considerados en las dos etapas anteriores y facilita el resultado de la metodología de catalogación que se expone en este modelo.
- Cuarta. Los datos correspondientes de la Etapa 1 y los datos de la Etapa 2, se recogen en un único documento, denominado "Hoja de catalogación". También se pueden hacer constar los equipos de protección necesarios para cada situación, y las observaciones consideradas de interés en cada caso.

4. Resultados

4.1. Valoración del "nivel de alerta o atención" del laboratorio (Etapa 1)

Se lleva a cabo en función de la peligrosidad de los productos que se utilizan en el laboratorio, teniendo en cuenta que, en investigación, los volúmenes utilizados son habitualmente del orden del litro o inferior; y de la frecuencia de uso de estos productos, diferenciando su uso diario, semanal o mensual/ esporádico. Atendiendo a estas consideraciones, se elabora una tabla en la que se combinan tres niveles de peligrosidad, relacionados directamente con los posibles daños a la salud de los productos, y tres niveles de frecuencia de uso de los mismos.

La combinación de estos dos aspectos facilita el establecimiento de tres niveles de alerta o atención. Este nivel puede variar a criterio técnico si, por ejemplo, se entiende que un riesgo bajo no es adecuado si se utiliza productos con STOT (toxicidad específica de órganos diana) de exposición única, aunque sea de forma esporádica.

En base al inventario de agentes químicos presentes en el laboratorio estudiado, se determina el número y porcentaje de peligros para la salud humana y físicos. El grupo que presenta un mayor porcentaje de para la salud humana, son los Irritantes y Corrosivos (I/Co) con un 96.8%, seguido del grupo de Cancerígenos, Mutágenos, Sensibilizantes y Tóxicos para la reproducción (C, M, S, R) con un 32.8% y por último los Tóxicos (T) con un 22.4%.

La valoración de los peligros físicos por los agentes químico estudiados, obtiene mayor porcentaje el peligro de tipo Inflamable (F) con un 11.2%, seguido del Comburente (O) con un 8.8%, en último lugar los Gases a presión (G) con un 2.4% y ningún peligro del tipo Explosivo (E). Sin embargo, aunque la NTP 1106 no los mencione, existen 47 agentes (29.6%) que muestran peligrosidad para el medio acuático.

En base a las técnicas analíticas de parámetros físicos-químicos realizados en el laboratorio químico de investigación, se determinará la frecuencia de uso de los agentes químicos y el nivel de alerta correspondiente en el laboratorio estudiado.

Los diferentes ensayos que se realizan en el laboratorio químico de investigación se realizan con una media de 150 veces al año, por lo tanto, una media de 3 veces a la semana. Mientras que el resto, la frecuencia de uso es de 50 veces al año, es decir, 1 vez a la semana. Por lo tanto, la frecuencia de uso es de tipo diario.

Los resultados obtenidos en la Etapa 1, muestran que la frecuencia de uso es mayoritariamente Diario, presentando mayor uso el tipo productos I/Co con un nivel de alerta Medio, seguidos de los C/S/M/R con un nivel de alerta Alto y en menor uso los T con un nivel de alerta Alto. Y según las características fisicoquímicas, presentan mayores peligros físicos los del tipo F y O.

4.2. Determinación del estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamiento presentes en el laboratorio (Etapa 2)

Los aspectos a valorar, que se tratan de forma detallada, son: vitrinas de extracción, armarios de seguridad, otros equipos, equipos de protección individual y orden y limpieza. Para establecer una diferenciación entre las posibles opciones, se propone una valoración tipo semáforo, con cuatro colores, que estiman las desviaciones desde la situación óptima (color verde) hasta la situación más desfavorable (color rojo) de forma gradual y siguiendo unas indicaciones sistemáticas que permiten la estandarización del método.

A continuación, se sugieren los aspectos a revisar en cada caso, así como los criterios utilizados.

4.2.1. Vitrina de extracción

- **Velocidad de aspiración**

El laboratorio químico de investigación estudiado, dispone de una vitrina de extracción para la realización de los análisis fisicoquímicos. La ubicación no forma parte de los factores que son utilizados por la NTP 1106 para la catalogación de la seguridad de las vitrinas de extracción, sin embargo, mediante la NTP 646 en base a la seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitrinas. Los resultados mostraron que tanto las vías de emergencia y las distancias mínimas para evitar perturbaciones para un correcto funcionamiento, son las correctas y no requieren medidas de mejora.

- **Alguna desviación en el estado general de la vitrina**

1. **Velocidad de aspiración.** Para determinar la velocidad de aspiración de la vitrina localizada en el laboratorio químico estudiado, se utilizó la NTP 677, en base a la seguridad en el laboratorio, vitrinas de gases de laboratorio: utilización y mantenimiento. La vitrina estudiada trabaja en condiciones óptimas a alturas de abertura de la guillotina menores de 46 cm aproximadamente para sustancias corrosivas y tóxicas. Y para sustancias muy tóxicas será recomendable su uso cuando la altura de abertura de la guillotina no sea inferior de 23 cm.
2. **Iluminación.** Las mediciones obtenidas en el interior de la vitrina muestran valores superiores a los 500 lux en diferentes puntos del interior de la vitrina. La NTP 677, establece, el nivel de iluminación en la superficie de trabajo no debe ser inferior a 400 lux. Por lo tanto, cumple adecuadamente la iluminación la vitrina permitiendo un uso seguro.
3. **Limpieza.** Tanto el interior como exterior de la vitrina, cumplía adecuadamente con la limpieza y orden permitiendo un uso seguro.
4. **Nivel de presión acústica.** Cumpliendo las medidas establecidas en la NTP 677, las mediciones obtenidas en el interior de la vitrina muestran valores entre 65 y 66.7 dBA. La NTP 677, establece que el nivel de ruido de la vitrina no debe superar los 70 dBA. Por lo tanto, cumple adecuadamente el nivel de presión acústica la vitrina permitiendo un uso seguro.
5. **Guillotina.** Se realizó por triplicado el accionamiento de subida y bajada de la guillotina de la vitrina del laboratorio químico de investigación estudiado, mostrando el funcionamiento adecuado permitiendo un uso seguro.

- **Número de vitrinas**

El laboratorio químico de investigación estudiado dispone de una única de vitrina de extracción, se considera que es suficiente para el personal del laboratorio que trabaja en la instalación, principalmente porque el uso de dicha vitrina de extracción, es únicamente cuando se deben preparar disoluciones y, aunque se realice a menudo dicha tarea, no se realiza en todas las horas de la jornada laboral.

- **Utilización incorrecta de la vitrina**

La vitrina de extracción estudiada, su uso principal es la preparación de disoluciones con agentes químicos o ensayos de laboratorio que requieren un periodo de tiempo largo, principalmente por la emanación de gases por los agentes químicos que pueden causar algún daño en la salud de las personas o en contacto con el agua, pueden desprender gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente como el Sodio borohidruro (N.º CAS 16940-66-2) que contiene la indicación de peligro H260. Por lo tanto, tanto el montaje como los productos localizados en el interior de la vitrina de extracción, permite el uso seguro.

4.2.2. Armarios de seguridad

En el laboratorio químico estudiado, se detectaron agentes químicos con la indicación de peligro de inflamable como: 2-propanol, Acetonitrilo, n-Hexano, Tetrahidrofurano entre otros más. El laboratorio químico de investigación estudiado, dispone únicamente de un armario en el que se almacena todos los equipos y materiales necesarios para los análisis biológicos. Sin embargo, los agentes químicos (sólidos y líquidos) no se encuentran almacenados debidamente, ya que se encuentran localizados en una estantería abierta todos ellos (Real Decreto 656/2017).

4.2.3. Otros equipos

- **Equipos de trabajo correctamente ubicados y en buen estado de funcionamiento**

Los equipos de trabajo en la instalación del laboratorio químico investigado están ubicados cada uno en una mesa de trabajo, permitiendo la manipulación adecuada y poder realizar los análisis correspondientes de cada uno de ellos sin entorpecer otros análisis. Entre los equipos, encontramos: Agitador Jarrest, Agitador Magnético, pHmetro, Balanzas, Pipetas, Cromatografía Líquida de Alta Resolución, entre otros.

- **Presencia y buena gestión de los recipientes de residuos**

La NTP 480, sobre la gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación, analizan las condiciones desde el mismo momento de la producción del residuo hasta su entrega a la empresa gestora, es decir, el circuito que han de seguir dentro del recinto de la entidad productora.

Los residuos identificados se clasifican en dos grupos principales:

1. **Residuos Líquidos.** Ácidos minerales fuertes, oxidantes fuertes, sales y solventes orgánicos.
2. **Residuos Sólidos.** Los residuos sólidos que se generan en el laboratorio están conformados por: papel de filtro, papel de filtro de fibra de vidrio con restos de muestras, puntas inservibles de micropipetas, restos de muestras analíticas, cristalería rota y envases de reactivos vacíos.

Se observó que en cada banco de trabajo según el análisis que vaya a realizarse, dos tipos de recipientes para los residuos generados situados en el suelo. Sin embargo, la gran mayoría de envase de residuos peligrosos no estaban correctamente etiquetados indicando el contenido e indicando el productor. Por otro lado, cuando los recipientes de residuos están llenos sin alcanzar el volumen máximo del recipiente en cuestión, son depositados en una zona específica para su almacenamiento temporal hasta que la empresa gestora los retire.

- **Lavaojos en buen estado y con mantenimiento periódico**

La fuente de lavaojos cumple con las recomendaciones de la NTP 500, sin embargo, la fuente de lavaojos no está correctamente señalizada para que el personal del laboratorio este informado y por consiguiente formado y entrenado.

- **Botiquín en buen estado y con reposición periódica de material**

El número de trabajadores en las instalaciones está formado principalmente por un técnico superior y por alumnos de doctorado y en determinadas ocasiones por alumnos de grado superior. En ambos casos nunca superan el número 25 personas a la vez. El botiquín de primeros auxilios está localizado cerca de la entrada a las instalaciones y de los bancos de trabajo y disponiendo del contenido mínimo establecido (Real Decreto 486/1997).

- **Extintores y mantas apaga-fuegos accesibles**

Cumpliendo el Real Decreto 513/2017, se observó de la existencia de 2 extintores de incendio portátiles (inferiores a 20 kg): El primero localizado en la entrada de la instalación apto para fuegos de clase A (fuegos con combustibles) B (fuegos donde el combustible es líquido) y C (fuegos donde el combustible son gases) siendo su agente extintor polvo y el segundo localizado en la entrada a los despachos de los estudiantes de posgrado apto para fuegos de clase B siendo su agente extintor CO₂; Por último, también localizado en la entrada de los despachos de estudiantes de posgrado, encontramos una Boca de Incendio Equipada (BIE). Sin embargo, no se encontró ninguna manta apaga-fuegos y dos de las señales de los extintores mencionados no cumplía la norma UNE 23033-1:2019 (AENOR, 2019).

- **Productos para la recogida de derrames o vertidos**

En las instalaciones disponen de productos para la recogida de derrames o vertidos, como dos cubos de fregar con sus correspondientes fregonas.

- **Instalación eléctrica: ausencia de enchufes múltiples, bien dimensionada**

Los bancos de trabajo, disponen de instalación eléctrica, permitiendo la conexión de los equipos del laboratorio químico estudiado de manera eficiente y bien dimensionados. Cada banco de trabajo de dimensiones aproximadas de 1500x750x900 mm (largo, profundidad y altura), disponen de una conexión múltiple de 3 enchufes.

- **Botellas de gases a presión: sujetas, en armarios de seguridad, necesidad de detectores**

Las botellas de gas a presión están localizadas al final del pasillo dentro de una habitación. Entre las botellas de gas localizadas en el habitáculo, existen botellas que contienen el agente químico Nitrógeno. Las botellas de gas están sujetas a la pared mediante cadenas para evitar la caída de estas y conectadas a un sistema de válvulas que permiten el suministro del agente químico en estado gaseoso por el sistema de tuberías que recorre la instalación. No existe ningún detector que informe de la posible fuga de gas. El único detector es la válvula de presión, que informa al trabajador del volumen que contiene la botella de gas.

- **Otros**

Además de los parámetros detallados, la instalación dispone

- Ducha de seguridad (Comprobado en base a NTP 500).
- Baños calientes y otros dispositivos de calefacción (Comprobado en base a NTP 433).
- Frigoríficos (Comprobado en base a NTP 433).

4.2.4. Equipos de protección individual

- **Existe en el laboratorio una política de uso de los EPI establecida por el responsable**

El servicio de prevención de riesgos laborales de la Universidad de Alicante, dispone de página web. Accediendo al apartado de procedimientos existe el procedimiento PC15 basado en la Gestión de Equipos de Protección Individual (Universidad de Alicante, 2013).

- **Detección de necesidad de Equipos de Protección Individual (EPI)**

El laboratorio químico de investigación realiza diferentes análisis químicos de los cuales requieren agentes químicos entre los cuales hay reactivos, patrones o disolventes, por ejemplo: Metanol (N.º CAS 67-56-1) con la indicación de peligro H311, siendo tóxico en contacto con la piel.

Respecto a la NTP 517, los guantes de protección disponibles, son de dos composiciones diferentes, caucho natural o látex y Buna-n (nitrilo), con resistencia química específica según su composición a determinados compuestos químicos. Permitiendo el uso del EPI adecuado según el agente químico que se esté manipulando en ese momento, como el caso del Cloroformo (N.º CAS 67-66-3) cuya indicación de peligro es la H315 (Provoca irritación cutánea) y el EPI más adecuado para la mano, sería el de composición de nitrilo y no el de composición de látex o al emplear Ácido Sulfúrico (N.º CAS 7664-93-9) cuya indicación de peligro es la H314 (Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves) el EPI más adecuado para la mano, sería el de composición de látex y no el de composición de nitrilo. Sin embargo, no dispone de gafas de protección de montura universal que protejan de riesgos mecánicos (proyecciones de partículas) y de riesgo químicos (salpicaduras de líquidos y exposición a polvo fino) (AENOR, 2002).

- **Disponibilidad de uso**

Respecto al Real Decreto 773/1997, los EPI localizados en el laboratorio químico de investigación estudiado, son guantes de composición de látex y de nitrilo, ambos guantes están disponibles en diferentes tallas y batas de laboratorio para el personal que trabaja en la instalación.

- **Señalización de obligatoriedad**

La instalación no dispone de señalización sobre la obligación de utilizar EPI del tipo: mascarilla, guantes, gafas y bata de laboratorio (AENOR, 2020).

- **Utilización por parte del personal**

Cumpliendo el Real Decreto 773/1997, todo el personal que accede al laboratorio químico estudiado, dispone y utilizan los EPI mencionados anteriormente.

4.2.5. Estado general del laboratorio

- **Cumplimiento de los principios de buenas prácticas en el laboratorio por parte del personal: gestión de la ropa de trabajo, del calzado, normas básicas de higiene**

En la página web del servicio de prevención de riesgos laborales de la Universidad de Alicante, accediendo al apartado de instrucciones existe la instrucción IPRL.07 basado en la Gestión de Equipos de Protección Individual, con la tercera revisión en la fecha 01-09-2015 con modificaciones sobre la actualización de normativa y contenidos (Universidad de Alicante, 2015).

- **Relación de investigadores / m²**

El laboratorio químico de investigación estudiado, dispone de un despacho donde los alumnos de posgrado y del personal que trabaja en la instalación, realizan sus estudios e informes de los datos obtenidos en la práctica. El despacho contiene 4 mesas de trabajo, 4 sillas y un armario.

Los resultados obtenidos, muestran que los 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador si cumple (2.1796 m²), sin embargo, las dimensiones mínimas permitidas por volumen no ocupado por trabajador son inferior a 10 m³ (7.0734 m³).

- **Ubicación de los equipos y materiales**

Los equipos están localizados encima de los bancos de trabajo, dependiendo del tipo de análisis que vaya a realizarse separados unos de otros por más de 2 metros de longitud. Los materiales que contienen agentes químicos están en la estantería.

- **Etiqueta correcta de los productos y materiales**

El proveedor principal que suministra productos de agentes químicos en el laboratorio químico de investigación estudiado, es la empresa Merck Millipore y Sigma-Aldrich (Merck Millipore & Sigma-Aldrich, 2021).

Se observa que tanto los alumnos de posgrado y el personal que trabaja en la instalación, cuando realizan una disolución o preparado, rotulan en los frascos o vasos de precipitado el contenido de la disolución.

- **Zonas de trabajo diferenciadas**

El laboratorio químico de investigación estudiado, esta diferenciado en dos zonas diferentes de trabajo. Por un lado, está la zona de analíticas y por el otro lado la zona de despachos. Evitando de esta manera, la posible contaminación de los objetos personales de las personas que accedan a la instalación.

La Figura 1, muestra el resultado final del conjunto de aspectos valorados de la Etapa 2.

Figura 1: Conjunto de aspectos valorados de la Etapa 2

Vitrinas de Extracción	Armarios de Seguridad	Otros Equipos	EPI	Orden y Limpieza
Verde, X, Amarillo, Marrón, Rojo	Verde, Amarillo, Marrón, X, Rojo	Verde, X, Amarillo, Marrón, Rojo	Verde, X, Amarillo, Marrón, Rojo	Verde, X, Amarillo, Marrón, Rojo

Nota: Verde: correcto sin efectos; Amarillo: defectos leves; Marrón: defectos de corrección obligatoria; Rojo: defectos graves/críticos que no permiten continuar con la actividad.

4.3. Establecimiento de la relación entre nivel de alerta obtenido y estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamientos (Etapa 3)

En este apartado, mediante los datos obtenidos en las dos primeras etapas (Etapa 1 y 2), se obtiene una bandera de catalogación, cuya etiqueta resultante muestra que el laboratorio químico estudiado presenta un nivel de alerta (M) permitiendo un uso seguro, con características fisicoquímicas del tipo Inflamable (F) y Comburente (O). Por último, la desviación detectada sería Armarios de seguridad y Otros equipos. La Figura 2, muestra el resultado final de los aspectos valorados de la Etapa 3.

Figura 2: Conjunto de aspectos valorados de la Etapa 3



4.4. Hoja de catalogación

El laboratorio químico de investigación estudiado, la valoración muestra que la frecuencia de uso es mayoritariamente Diario debido a los ensayos que se realizan en la instalación. Presentando mayor uso el tipo productos de características toxicológicas del tipo I/Co seguidos de los C/S/M/R y en menor uso los T, y en características fisicoquímicas presentan mayores peligros físicos los del tipo F y O. Obteniendo una calificación el laboratorio de tipo M. Entre los aspectos más destacables de la Etapa 2, presenta defectos graves el aspecto de Armario de seguridad, debido a que no dispone de ellos y los agentes químicos están en y con defectos de corrección obligada los aspectos de Otros equipos y Orden y Limpieza.

La Figura 3, muestra el resultado final de la hoja de catalogación del laboratorio químico de investigación estudiado.

Figura 3: Hoja de catalogación del laboratorio químico de investigación estudiado

HOJA DE CATALOGACIÓN DE LABORATORIOS QUÍMICOS				
		Frecuencia de uso		
		DIARIA	SEMANAL	MENSUAL
Tipo de producto		A	M	B
		A	M	B
		M	B	B

Características toxicológicas:
 C = Cancerígenos
 M = Mutágenos
 S = Sensibilizantes
 R = Tóxicos para la reproducción
 T = Tóxicos
 I = Irritantes
 Co = Corrosivos

Características fisicoquímicas:
 F = Inflamable
 O = Comburente
 E = Explosivo
 G = Gases a presión

Nivel de alerta:
 A = Alto
 M = Medio
 B = Bajo

Relación entre la frecuencia de uso y la peligrosidad de los productos utilizados

Observaciones: **Frecuencia de uso Diario. Mayor uso el tipo productos I/Co > C/S/M/R > T**
Nivel de alerta Alto. Características fisicoquímicas, Peligros Físicos F y O.

	Vitrinas de Extracción				Armarios de Seguridad				Otros Equipos				EPI				Orden y limpieza			
A																				
M		X						X	X				X						X	
B																				

Relación entre el nivel de riesgo obtenido en la tabla 1 y el estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipos

Correcto, sin defectos
Defectos leves
Defectos de corrección obligada
Defectos graves / críticos que no permiten continuar con la actividad

Observaciones:
Defectos graves en Armarios de Seguridad

CATALOGACIÓN DEL LABORATORIO:
LABORATORIO DE RIESGO

M_{F,O}

Armarios de seguridad

Otros equipos

Utilización obligatoria de EPIs y ropa de trabajo:

--	--	--	--	--	--

Revisión número: **R-01**

Firma:

Fecha: **01/06/2021**

Fecha próxima revisión: **01/12/2021**

5. Conclusiones

En este trabajo se ha realizado la catalogación de seguridad de un laboratorio químico de investigación en microcontaminantes, aplicando la NTP 1106 como metodología, que se basa en la combinación de dos componentes básicos en prevención de riesgos, como son los factores de riesgo asociados a la actividad que se desarrolla y los condicionados por el propio entorno de trabajo.

Para aplicar esta metodología se precisa un conocimiento exacto de las operaciones realizadas en el laboratorio. Está basado en el inventario de agentes químicos. Permite

visualizar de forma rápida los principales peligros para la salud de los agentes químicos utilizados en el laboratorio y el nivel de riesgo del laboratorio.

La metodología utilizada permite obtener datos en tiempo relativamente rápido, el grado de riesgo en los laboratorios y las actuaciones preventivas prioritarias.

El laboratorio químico de investigación estudiado, la valoración muestra que la frecuencia de uso es mayoritariamente Diario debido a los ensayos que se realizan en la instalación. Presentando mayor uso el tipo productos de características toxicológicas del tipo I/Co seguidos de los C/S/M/R y en menor uso los T, y en características fisicoquímicas presentan mayores peligros físicos los del tipo F y O. Obteniendo una calificación el laboratorio de tipo M. Entre los aspectos más destacables de la Etapa 2, presenta defectos graves el aspecto de Armario de seguridad, debido a que no dispone de ellos y los agentes químicos están en y con defectos de corrección obligada los aspectos de Otros equipos y Orden y Limpieza.

La catalogación realizada indica que el laboratorio estudiado requiere un nivel de atención: medio, por sus características toxicológicas del tipo peligroso para la salud y corrosivo y por sus características fisicoquímicas presenta como mayores peligros físicos los del tipo inflamable y comburente. Con defectos leves en las vitrinas de extracción, otros equipos y orden y limpieza. Y con defectos de corrección obligatoria, la falta de armarios de seguridad.

5. Referencias

- AENOR. (2002). *Norma UNE 166:2002. Protección individual de los ojos. Especificaciones*. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2019). *Norma UNE 23033-1:2019. Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Parte 1: Señales y balizamiento de los sistemas y equipos de protección contra incendios*. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2020). *Norma UNE ISO 7010-1:2020. Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2019, Versión corregida 2020-06) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2020.)*. Madrid: AENOR.
- Agustian, H. Y., & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518-532.
- Backus, B. D., Fivizzani, K., Goodwin, T., Finster, D., Austin, E., Doub, W. & Kinsley, S. (2012). Laboratory safety culture: Summary of the chemical education research and practice—Safety in chemistry education panel discussion at the 46th Midwest and 39th Great Lakes Joint Regional American Chemical Society Meeting, St. Louis, Missouri, on October 21, 2011. *Journal of Chemical Health & Safety*, 19(4), 20-24.
- España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, pp. 32590 a 32611.
- España. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de enero de 1997, núm. 27, pp. 3031 a 3045.
- España. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 23 de abril de 1997, núm. 97, pp. 12918 a 12926.
- España. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección

- individual. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de junio de 1997, núm. 140, pp. 18000 a 18017.
- España. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 7 de agosto de 1997, núm. 188, pp. 24063 a 24070.
- España. Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de junio de 2017, núm. 139, pp. 48349 a 48386
- España. Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas MIE APQ 0 a 10. *Boletín Oficial del Estado*, 25 de julio de 2017, núm. 176, pp. 65747 a 65956.
- España. Real Decreto 1369/2000, de 19 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 822/1993, de 28 de mayo, por el que se establecen los principios de buenas prácticas de laboratorio y su aplicación en la realización de estudios no clínicos sobre sustancias y productos químicos. *Boletín Oficial del Estado*, 20 de julio de 2020, núm. 173, pp. 25832 a 25838.
- España. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de mayo de 2001, núm. 104, pp. 15893 a 15899.
- España. Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de diciembre de 2010, núm. 318, pp. 109353-109380.
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). Clasificación Nacional de Actividades Económicas. Disponible en: <https://www.cnae.com.es/lista-actividades.php>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1996). *NTP 432. Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales*. Disponible en: <http://www.iqoq.csic.es/sites/default/files/SEGURIDAD/NTP%20432%20Riesgo%20Laboratorio%20Organizacion.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1998). *NTP 480. La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación*. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_480.pdf/8cab4d73-c100-4724-b00d-7c98d6c5027c
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1998). *NTP 500. Prevención del riesgo en el laboratorio: elementos de actuación y protección en casos de emergencia*. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_500.pdf/7c0cfb4c-b4ae-47ab-a20f-15d2d954e926
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1998). *NTP 433. Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales*. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_433.pdf/5b5299c8-301a-45e9-bb6c-eb38dcca9464
- Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo. (2018). Base de datos Biodat. Recuperado de <http://biodat.insht.es/Biodat>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2004). *NTP 646. Seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitrinas*. Disponible en:

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_646.pdf/230a3ca0-0494-4143-8abc-49ec060c52c5

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2004). *NTP 677. Seguridad en el laboratorio. Vitrinas de gases de laboratorio: utilización y mantenimiento*. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_677.pdf/4288edba-8241-4a57-a800-30a55220aebe

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2017). *Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de la exposición*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/herramientas-para-la-gestion-del-riesgo-quimico.-metodos-de-evaluacion-cualitativa-y-modelos-de-estimacion-de-la-exposicion>

Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (2018). *NTP 1106. Modelo para la catalogación de laboratorios químicos de investigación*. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/382595/ntp-1106w.pdf/377f09dd-38d9-4c59-8635-3d0488776fc9>

ISO. (2015). *ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*. Genova: ISO.

ISO. (2015). *ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. Genova: ISO.

ISO. (2018). *ISO 45001: 2018. Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*. Genova: ISO.

Merck Millipore & Sigma-Aldrich. (2021). Disponible en: https://www.merckmillipore.com/ES/es/about-us/FYib.qB.IAYAAE_0T93.L6m.nav

Pitt, M. J. (2012). Teaching safety in chemical engineering: what, how and who?. *Chemical engineering & technology*, 35(8), 1341-1345.

Robledo, F. H. (2013). *Seguridad y salud en el trabajo: Conceptos básicos*. México D.F.: Ecoe Ediciones.

Unión Europea. Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 31 de diciembre de 2008, núm. 353, pp. 1 a 1355.

Universidad de Alicante. (2013). PC15. *Gestión de Equipos de Protección Individual*. Disponible en: <https://utc.ua.es/es/documentos-calidad/documentos/procedimientos/s-prevencion/pc15-gestion-epis-00.pdf>

Universidad de Alicante. (2015). *IPRL.07. Manipulación de productos químicos*. Disponible en: <https://sp.ua.es/es/documentos/gestion-de-la-prevencion/manual-de-procedimientos/instrucciones/iprl-07-manipulacion-de-productos-quimicos.pdf>

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

