

Universidad Miguel Hernández

Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales



***Evaluación de Riesgos de un Laboratorio
de Síntesis***

TRABAJO FIN DE MASTER

Alumno: Antonio Angosto Hernández

Tutor: José Antonio Martínez Egea

Curso 2022-2023



INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. José Antonio Martínez Egea, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado 'Evaluación de Riesgos de un Laboratorio de Síntesis' y realizado por el estudiante Antonio Angosto Hernández.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 17 de julio de 2023

JOSE ANTONIO | Firmado digitalmente
MARTINEZ | por JOSE ANTONIO |
EGEA | MARTINEZ|EGEA
Fecha: 2023.07.17
10:02:02 +02'00'

Fdo.: _____
Tutor TFM



Resumen

Los laboratorios de investigación son una parte vital de la industria. La mayoría de los procesos industriales son desarrollados previamente en investigaciones llevadas a cabo en laboratorios de distinto tipo. Muchas empresas disponen de centros de investigación propios, mientras que otras recurren a centros públicos (como las universidades, fundaciones o diversos centros tecnológicos), o a las empresas privadas (menos habituales).

La gran variedad de tareas, equipos y, sobre todo, productos químicos, hacen que sea muy difícil controlar todos los riesgos que se pueden dar en el trabajo diario. El desarrollo de nuevos procesos, el intento de replicar condiciones que posteriormente se emplean en la industria, el uso de productos químicos de elevada toxicidad y la obtención de productos con propiedades desconocidas nos puede hacer intuir la complejidad que puede suponer realizar una evaluación de un centro de investigación.

En este trabajo se presenta la evaluación de riesgos de un laboratorio de investigación de química orgánica. Se analizan los riesgos asociados a las tareas realizadas en los laboratorios, prestando especial atención a los riesgos producidos por los agentes químicos empleados. Además se valora la exposición a agentes químicos, comprobando la eficacia de las medidas habitualmente empleadas. Se comprueba que las medidas que habitualmente se adoptan en un laboratorio son eficaces para controlar los riesgos que se pueden presentar.

Palabras clave:

Laboratorio, química, orgánica, higiene, seguridad

Índice

1.	Introducción.....	5
2.	Justificación.....	6
3.	Objetivos.....	10
4.	Evaluación de riesgos en un laboratorio de síntesis.....	11
4.1	Descripción de la empresa.....	11
4.2	Descripción de los puestos de trabajo.....	13
4.3	Datos tenidos en cuenta para la realización de la evaluación.....	15
4.4	Metodología:	18
4.4.1	Condiciones Ambientales.	18
4.4.2	Evaluación de la Exposición a Agentes químicos.....	18
4.4.3	Análisis de los Riesgos del Puesto. Evaluación de Riesgos.	23
4.5	Evaluación de Riesgos.....	26
4.5.1	Control de las condiciones ambientales.....	26
4.5.2	Estudios Específicos. Medición de contaminantes químicos.	29
4.5.3	Análisis de los Riesgos del Puesto. Evaluación y Medidas a adoptar para la reducción y el control de los riesgos evaluados.....	39
5	Conclusiones.....	88
6	Bibliografía.....	89
7	Anexos.....	92
	Anexo 1: Ficha de Producto	
	Anexo 2: Radiello Sampling Rates	
	Anexo 3. Hidrogenación a alta presión	
	Anexo 4. Uso de botellas de gases en reacciones en vitrina	
	Anexo 5. Uso de rotavapor	

Índice de Tablas

Tabla 01: Métodos de Muestreo	21
Tabla 02: Probabilidad del riesgo (INSST).....	24
Tabla 03: consecuencia del riesgo (INSST).....	24
Tabla 04: Niveles de Riesgo (INSST).....	25
Tabla 05: Niveles de Riesgo. Prioridad (INSST).....	25
Tabla 06: Equipos de medición condiciones ambientales.....	26
Tabla 07: Resultados mediciones de las condiciones ambientales.....	27
Tabla 08: Valores de Iluminación Real Decreto 486/1997.....	28
Tabla 09: Tabla 9: Métodos de Muestreo.....	30
Tabla 10: Valores Límite.....	31
Tabla 11: Equipos utilizados en la medición de contaminantes químicos.....	32
Tabla 12: Muestreador pasivo.....	33
Tabla 13: Resultados mediciones de larga duración.....	34
Tabla 14: Resultados mediciones de corta exposición.....	36

1. Introducción.

El artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en su punto 2 señala que los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del plan de prevención de riesgos laborales son la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva. Seguidamente establece con respecto a la evaluación de riesgos laborales lo siguiente:

“El empresario deberá realizar una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta, con carácter general, la naturaleza de la actividad, las características de los puestos de trabajo existentes y de los trabajadores que deban desempeñarlos. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.”[1]

En aplicación de la Ley 31/1995 y del 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, en el presente Trabajo fin de Master desarrollaré un evaluación de riesgos de un centro de investigación teniendo en cuenta los procesos, los productos empleados y la peligrosidad de los mismos. En concreto evaluaré un puesto de investigación en una empresa dedicada a la investigación en síntesis química orgánica, haciendo especial hincapié en los riesgos producidos por el uso de productos químicos.

En los laboratorios de esta empresa se realizan experimentos que posteriormente serán llevados a escala industrial, previo paso en algunos casos por plantas piloto (plantas químicas a pequeña escala), incluso en algunos casos se hacen montajes que alcanzarían la categoría de planta piloto.

Los laboratorios evaluados se dedican a la síntesis en química orgánica, área en la que se desarrolla infinidad de productos químicos con propiedades toxicológicas muy variadas.

2. Justificación.

La industria química ha tenido y tiene mucha importancia en el mundo en el que vivimos. Podemos enumerar gran cantidad de productos imprescindibles para nuestra sociedad: combustibles, fertilizantes, metales, medicamentos, plásticos, conservantes, nylon, poliéster, detergentes, lejía.... La industria química está tan presente en nuestra vida que el mundo no hubiera podido ser como es sin ella.

Un ejemplo de su importancia lo tenemos en el proceso de Haber-Bosch, tal y como nos explica Daniel Torregrosa en su libro *Química Asombrosa: "Fritz Haber recibió en 1918 el Premio Nobel de Química por «extraer pan del aire»". Tras esta expresión tan metafórica está uno de los avances más importantes del siglo xx: la obtención sintética de amoníaco a partir del nitrógeno obtenido del aire y su reacción con hidrógeno, en lo que se conoce como proceso de Haber-Bosch. Fue el inicio de la era de los fertilizantes artificiales, que revolucionaron la agricultura, permitieron una explosión demográfica sin precedentes y fueron el fin de muchas hambrunas.* Se estima que el proceso Haber-Bosch es responsable de alimentar a casi la mitad de la población mundial, lo que lo convierte en uno de los descubrimientos más importantes de la historia. El lado oscuro de esta historia está en el hecho de que el amoníaco también se utiliza en la fabricación de explosivos, el excesos de fertilizantes es uno de los principales causantes del proceso de eutrofización y además Friz Haber en la 1ª Guerra Mundial se dedicó al desarrollo de armas químicas, desarrollo que le llevó a ser considerado el padre de la guerra química. [2]

Estas dos caras se siguen dando en la industria química actual. Por un lado su importancia es indiscutible, todo lo que nos rodea está relacionado con la industria química en mayor o menor grado. Por otro lado es evidente la imagen negativa que tiene tanto por el impacto medioambiental como por la peligrosidad que conlleva su actividad. No ocurren accidentes con mucha frecuencia, pero cuando ocurren pueden tener efectos catastróficos tanto para las personas como el medioambiente. La lista de accidentes es amplia, accidentes como el ocurrido en Seveso, Italia, en 1976 dieron lugar a nueva reglamentación europea en seguridad industrial, la llamada "directiva Seveso de 1982. Dos años después de la puesta en marcha de la Directiva Seveso ocurrió el accidente industrial más grave de la historia. Este accidente ocurrió en Bhopal, en la India. Una planta de fabricación de plaguicidas sufrió un escape de isocianato de metilo, producto extremadamente tóxico. Se estima que causó unos

25000 muertos directos, dando lugar a más de 500000 heridos. En nuestro país también hay un amplio historial de accidentes graves relacionados con la industria química. Indico a continuación algunos ejemplos [3, 4]:

- El desastre de los Alfaques (1978), 217 fallecidos. Explosión de una cisterna llena de gas.
- El carguero panameño Casón en las costas de Finisterre, en La Coruña (1987). 23 fallecidos y 20000 personas tuvieron que ser evacuadas.
- Refinería de Repsol en Puertollano, en Ciudad Real (2003). 9 fallecidos y varios heridos por una deflagración.
- Tarragona (2020), 3 víctimas mortales - 2 trabajadores de la planta y un vecino muerto por el impacto de una plancha de acero de 800 kilos que voló 2.500 metros a una velocidad de 550 km/h, además de siete heridos.

En Europa desde hace años se regula la seguridad de la industria química, con el objeto de prevenir esos accidentes y de reducir sus consecuencias, actualmente está en vigor la directiva Seveso III. En esta directiva se establece la obligatoriedad de identificar las zonas industriales con riesgo y adoptar aquellas medidas adecuadas para evitar los accidentes graves en los que estén implicadas sustancias peligrosas y limitar los efectos y consecuencias que puedan tener para el hombre y para el medioambiente. En nuestro país esta directiva se transpone mediante el Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. [5]

Como ya se ha indicado la frecuencia de estos accidentes no es muy grande, pero sus consecuencias son desastrosas. Además hay presentes muchos riesgos que pueden dar lugar a accidentes muy graves de trabajadores, como riesgo de incendios, explosiones, caídas en altura, exposición a agentes químicos, etc, que llevan a que las exigencias de seguridad en la industria química sean bastante altas. Todo esto ha llevado a que sea uno de los sectores en los que se es más consciente de la importancia de la seguridad y por tanto también de la prevención de los riesgos laborales.

Requisitos formativos muy por encima de los mínimos legales, reciclaje periódico de la formación, charlas diarias de seguridad, enclavamientos loto, permisos de trabajo en caliente, permisos de trabajo en espacios confinados, mediciones de explosividad,..., son conceptos que hace años que están implantados en las grandes fábricas del sector químico (refinerías, petroquímicas, fábricas de fertilizantes, etc), y que cualquier trabajador que desempeñe sus

tareas en estas empresas conoce y acepta, resultando además cada vez más familiares en el resto de la industria. Se conoce la peligrosidad del sector y por tanto se actúa en consecuencia.

Sin embargo, hay una serie de actividades muy vinculadas a este sector y pueden pasar relativamente desapercibidas desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, ocurren pocos accidentes y puede tender a valorar su peligrosidad muy por debajo de la realidad del puesto de trabajo. Se trata de los trabajos desarrollados en laboratorios de investigación.

Estos laboratorios pueden formar parte de las propias empresas, ser empresas independientes o ser parte de centros educativos (universidades) que desarrollan tareas de investigación. En la NTP 432: Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales elaborada por el INSHT (actualmente INSST) se indica: *"Por sus propias características, el trabajo en el laboratorio presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan (y también con las energías y organismos vivos) y las operaciones que se realizan con ellos. 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"*. [6]

Durante algunos años he trabajado en el sector químico como investigador, y posteriormente he podido apreciar que las evaluaciones de riesgos tendían a minusvalorar la gravedad de los riesgos a los que el personal del laboratorio está expuesto. Con este trabajo pretendo profundizar en la evaluación de riesgos del puesto de investigador con el fin de reflejar la complejidad que conlleva y la necesidad de hacer evaluaciones lo más específicas posibles en determinadas actividades laborales y así poder garantizar una mejora en la seguridad y salud de los trabajadores afectados.

Los accidentes que pueden ocurrir en el laboratorio en muchas ocasiones son muy similares a los que pueden ocurrir en la industria química. La mayor diferencia es la escala a la que ocurren y que supone, por suerte, que puedan ocurrir dentro de una vitrina quedando contenidos sin afectar a su entorno. Los accidentes a escala industrial tienen una regulación específica (Real Decreto 840/2015), no sucede así con los laboratorios de investigación, que carecen de regulación específica.

Se debe realizar una evaluación de riesgos laborales que permita establecer medidas que controlen los posibles riesgos que puedan ocurrir. En general estas medidas no pueden

ser genéricas, deben adaptarse a cada proceso realizado, pues pequeñas diferencias en procesos similares llevan a consecuencias muy distintas. Tanto el empresario como los trabajadores deben ser conscientes de los peligros a que se enfrentan y la importancia que tiene seguir las instrucciones y los procedimientos de trabajo.

Compromiso de confidencialidad:

Los datos utilizados en este TFM están basados en una experiencia real. El nombre de la empresa y los datos de la misma no puede ser revelado por compromiso de confidencialidad, por lo que los nombres, descripciones, ubicación y datos incluidos se han modificado para impedir su identificación.



3. Objetivos.

- » Evaluar los riesgos presentes en un laboratorio de investigación en síntesis química.
- » Incidir especialmente en los riesgos asociados a los productos químicos manipulados y a las reacciones químicas realizadas con estos, haciendo además una valoración higiénica de la exposición a agentes químicos presentes en un laboratorio de síntesis.
- » Destacar la peligrosidad de los trabajos realizados en un laboratorio de investigación.
- » Demostrar la adquisición de los conocimientos necesarios para desarrollar las competencias del Técnico en Prevención de Riesgos Laborales.



4. Evaluación de riesgos en un laboratorio de síntesis.

4.1 Descripción de la empresa.

La empresa "Síntesis SA" se dedica a la síntesis de compuestos químicos orgánicos orientados hacia la industria farmacológica. Estos compuestos pueden ser diseñados por los clientes o por la propia empresa, buscando moléculas con actividad farmacológica que puedan ser utilizados posteriormente para el tratamiento de enfermedades. La finalidad es doble, por una parte se pretende sintetizar las moléculas para valorar su utilidad y por otra se diseñan procesos de síntesis con el objeto de poder llevarlos posteriormente a escala industrial.

Para desarrollar estas actividades la empresa "Síntesis SA" dispone de unas instalaciones ubicadas en un polígono industrial de Murcia, próximas a la Facultad de Ciencias Químicas con el objeto de facilitar el acceso a la misma de estudiantes que puedan ser futuros trabajadores de la empresa. Estas instalaciones están distribuidas en un edificio separado del resto de las edificaciones del polígono, en una parcela con un vallado que limita el acceso a las instalaciones. El acceso a la empresa de los visitantes se hace por la puerta principal por la que se accede a la zona de administración. Desde la zona de administración se accede a las instalaciones de investigación través de una doble puerta con llave de seguridad.

Las instalaciones de investigación se distribuyen en dos plantas. La planta baja se reparte entre la zona de administración y la zona de investigación. La zona de administración cuenta con cinco despachos una zona de recepción, una sala de reuniones y un salón dedicado a realizar formaciones y conferencias. En la zona de investigación hay 4 laboratorios en los que se sintetizan compuestos químicos diferentes y un laboratorio que cuenta con equipos de purificación que permiten separar los productos químicos para su posterior estudio y/o análisis. En la planta superior hay seis laboratorios de síntesis, un laboratorio de análisis donde se identifican las moléculas producidas, unido a otro laboratorio con un equipo de resonancia magnética nuclear que facilita la determinación de la estructura de las moléculas. Todas las reacciones se comprueban en estos laboratorios, verificando que molécula se obtiene, el producto deseado u otro que más adelante pueda ser utilizado.

En todos los laboratorios hay vitrinas de gases, siete por laboratorio, siendo seis el número de trabajadores por laboratorio. La instalación de extracción se distribuye por el edificio llevando los gases a la planta terraza, donde existen unos filtros que liberan el aire

extraído libre de COVs. En otra zona de la terraza están las UTAs empleadas en la climatización del edificio.

En la planta baja, conectadas a la zona de acceso a laboratorio están los vestuarios de los trabajadores y el comedor, pueden acceder al comedor directamente desde la zona de vestuarios sin pasar por la zona de laboratorios.

El semisótano cuenta con una zona de almacenamiento refrigerada cerrada y con extracción, donde se guardan los reactivos empleados en los laboratorios y parte de los productos finales e intermedios obtenidos en los procesos de síntesis. Hay que señalar que el número de reactivos disponibles es muy elevado, son frascos de pequeño tamaño, algunos con unos pocos miligramos. Hay más de 5000 reactivos diferentes, que tienen clasificados por orden alfabético para facilitar su localización. Están dispuestos en estanterías metálicas. Esta sala tiene una superficie de unos 100 m². En el resto del semisótano se guardan maquinaria en espera de su uso, materiales utilizados en el laboratorio (matraces, vasos de precipitado, reactores de vidrio, refrigeraciones, etc., elementos de uso diario en el laboratorio). También se almacenan algunos reactivos cuya naturaleza no es peligrosas, como sales de diferente tipo, estables a temperatura ambiente.

La salida del semisótano al exterior se puede hacer directamente a través de una rampa que permite el acceso al interior de vehículos para cargar y descargar materiales. Se accede desde la zona posterior de la instalación que como hemos dicho está vallada, tiene una puerta que da acceso a los vehículos que traen mercancías. En esta zona hay un almacenamiento independiente que cumple el APQ1 donde se guardan disolventes y reactivos empleados en grandes cantidades en los laboratorios. Disolventes como heptano, tolueno, etanol, éter etílico, acetato de etilo, acetona, etc., es decir disolventes orgánicos volátiles empleados habitualmente como medio de reacción. Estos productos se traen en bidones de 100 litros y se van repartiendo a los laboratorios en pequeños envases metálicos de 3-4 litros que se llenan mediante unas bombas aptas para uso en zona ATEX que funcionan median te impulsión por nitrógeno. Los bidones se sacan de la sala en palets mediante una transpaleta Manitou ATEX.

Junto a esta edificación se ubican las instalaciones de gases suministrados por la empresa "Aire líquido del Mediterráneo, SL", hay un depósito de nitrógeno y otro de aire líquido, gases utilizados en los laboratorios. El nitrógeno también se saca en estado líquido para su uso en el laboratorio como medio de enfriamiento rápido a baja temperatura.

El trabajo desarrollado por los investigadores básicamente consiste en el diseño y realización de diferentes reacciones de sustancias químicas (reactivos) para obtener los productos deseados. Estas reacciones pueden realizarse a diferentes condiciones de presión y temperatura, pueden trascurrir a temperatura muy elevada o a temperaturas tan bajas como la del nitrógeno líquido. Se puede desarrollar a Presión atmosférica, a presiones negativas o a alta presiones. Se utilizan diferentes tipos de reactores para llevar a cabo estos procesos. Tras las reacciones deben separar los productos obtenidos, eliminando primero el disolvente sobrante en evaporadores rotativos y posteriormente se separan habitualmente en equipos de cromatografía en columna. Esos productos purificados se llevan a laboratorio de análisis para comprobar su estructura.

Cuando se ha conseguido que la reacción sea correcta se realiza el mismo trabajo en una cantidad algo mayor que posteriormente se lleva a purificar en el laboratorio de la planta baja que dispone de equipos de cromatografía de mayor tamaño.

Se manejan cantidades pequeñas de productos químicos, las cantidades finales cuando se produce más cantidad de moléculas puede ser de 50 grs. La variedad de productos es muy alta, se sintetizan muchas moléculas diferentes y se desconoce su reactividad y sus efectos sobre la salud, son sustancias que pueden tener actividad farmacológica, pero hasta que el laboratorio cliente no hace las pruebas pertinentes no se puede saber. Se sintetizan productos análogos a citostáticos por lo cual se supone que debe tener actividad.

4.2 Descripción de los puestos de trabajo.

En la empresa "Síntesis SA" los puestos de trabajo existentes son los siguientes:

- Investigador (22 trabajadores)
- Responsable de purificación (1 trabajador)
- Responsable de análisis (1 trabajador)
- Personal de oficina (8 trabajadores)
- Técnico laboratorio (60 trabajadores)
- Técnico laboratorio de purificación y análisis (10 trabajadores)
- Responsable de mantenimiento (1 trabajador)
- Personal de Mantenimiento (5 trabajadores)

Los Investigadores y los responsables de los laboratorios de análisis y purificación, son como mínimo titulados universitarios con un doctorado en química. Su trabajo consiste

inicialmente en el diseño del proceso de síntesis del compuesto que se pretende obtener para a continuación llevarlo a cabo en laboratorio. Realizan casi todo su trabajo en el laboratorio, disponen de puestos de trabajo con equipamiento ofimático para poder llevar a cabo el diseño de los procesos y trabajan en el propio laboratorio como químicos experimentales, llevando a cabo parte de las reacciones. Además periódicamente se reúnen con la dirección y con los clientes de la empresa.

El personal técnico de laboratorio pueden ser grados universitarios en química, bioquímico o farmacia o técnicos con formación de técnico superior en laboratorio a través de un módulo de formación profesional. Se dedican a realizar las reacciones indicadas por los investigadores usando el mismo equipamiento que ellos en el mismo laboratorio. En el caso de los técnicos del laboratorio de análisis, su trabajo consiste en mantener el equipamiento de análisis de muestras existentes, calibrando y ajustando los equipos para poder analizar las muestras procedentes de los laboratorios. En el caso del laboratorio de purificación se realiza la separación de los componentes de reacciones realizadas en mayor cantidad. Disponen de cromatógrafos mayores que los existentes en los laboratorios y que les permiten una mayor capacidad de trabajo.

El personal de mantenimiento tiene un perfil formativo más bajo, el responsable de mantenimiento tiene un perfil de ingeniero técnico químico, su puesto tiene un gran componente de trabajo en oficina y de coordinación de actividades empresariales con las empresas externas. Se encargan de los problemas que puedan surgir en las instalaciones de la empresa, arreglándolas ellos mismos o coordinando la actuación de empresas externas especializadas. No manipulan productos químicos aunque puedan verse afectados si acceden a alguna zona con riesgo de exposición. Acceden a todas las zonas de servicios de la empresa, desde depósitos subterráneos (arquetas de desagüe) hasta las instalaciones de ventilación ubicadas en las terrazas del edificio.

Por último tenemos el personal de oficina. Estos trabajadores desarrollan su trabajo en la zona administrativas encargándose de compras de productos y equipamiento y de la gestión de los contratos con los clientes.

4.3 Datos tenidos en cuenta para la realización de la evaluación.

Se ha evaluado el puesto de "Investigador".

Este puesto desarrolla su actividad en los laboratorios de la empresa "Síntesis SA", en concreto en los laboratorios de síntesis química.

Las tareas realizadas en todos los laboratorios son similares, independientemente de la molécula que se pretenda sintetizar. En un primer momento el investigador de más experiencia o capacitación del laboratorio, en colaboración con los demás miembros del equipo, diseña el proceso que se va a realizar. Si ya se hubiera hecho una reacción similar, se puede partir de los datos disponibles en la empresa. En caso de querer sintetizar una nueva molécula se realiza una búsqueda bibliográfica y se diseña un proceso de síntesis para intentar conseguir el producto deseado. Elabora la "Hoja de Formulación", en la que se describen los reactivos que se van a utilizar y las condiciones de reacción. Previamente a la puesta en funcionamiento del proceso comprueban si alguno de los reactivos es de especial peligrosidad consultando las Fichas de productos elaboradas por la empresa a partir de las fichas de seguridad de los mismos (ver anexo).

El proceso siguiente en el laboratorio es similar en todos, en todos los casos se pesan reactivos o se toman volúmenes determinados y se ponen en reactores, con o sin disolvente, en los que se producen las reacciones químicas. Estas reacciones pueden ser muy diversas, implicando diferente presiones y temperaturas, reactivos en diferentes estados físicos, reacciones a presiones muy altas, a presión atmosférica, con vacío, temperaturas muy variadas (desde la temperatura de nitrógeno líquido a temperaturas muy por encima de los 100°C...), las condiciones pueden ser muy variadas e implicar mucho riesgos.

El contenido de estos reactores se suele separar y purificar para obtener productos intermedios o productos finales, que o se emplean en otras reacciones o se llevan a purificación para su preparación final. Las separaciones se pueden hacer en decantadores o por cromatografía. También se usan evaporadores rotativos para reducir el volumen de disolvente y concentrar o cristalizar los productos de las distintas reacciones.

Además deben elaborar informes de resultados, registrando lo que ha ocurrido tanto si el proceso ha sido positivo como si los resultados no han sido los esperados y modificando muchas veces la Hoja de Formulación. Desarrollan su trabajo en los laboratorios, normalmente no acceden a otras zonas de la empresa, tan solo a los vestuarios, a la zona de comedor y de administración, y nunca a la zona de servicios técnicos, exclusivos del personal de mantenimiento.

Equipos de trabajo utilizados:

- Estufas de secado – Muflas

Estos equipos permiten calentar las muestras en distinto grado, la estufa se puede usar para secar muestras y materiales eliminando el agua con calor, pueden alcanzar 200-300 °C, pero suelen trabajar a menor temperatura. Las muflas alcanzan temperaturas mucho mayores, puede superar 1000°C, y se pueden usar por ejemplo para eliminar la materia orgánica en algunas pruebas analíticas.

- Hidrogenador

Equipo utilizado para llevar a cabo reacciones de hidrogenación a presión controlada.

- Horno de Bolas

Sistema de horno rotativo formado por un conjunto de bolas de vidrio comunicadas entre sí que giran a lo largo de un eje de rotación en el interior de una cámara donde se calientan. Permite destilar muestras purificándolas, deshidratar muestras, separar aceites de alto punto de fusión...

- Lámpara ultravioleta

Son equipos que permiten el visionado de las placas de cromatografía en capa fina, Estas placas se comprueban frecuentemente en las lámparas UVA para ver como evoluciona la reacción.

- Rotavapor/Evaporador rotativo

Equipo que permite eliminar el disolvente de una reacción a una temperatura reducida, pues funciona a presión baja y se reduce el punto de ebullición de las sustancias. Se aporta calor mediante un baño de agua en el que se sumerge parcialmente el matraz que contiene la muestra donde queremos eliminar el disolvente a secar. Este matraz gira continuamente para hacer un calentamiento uniforme del líquido de su interior. El disolvente evaporado condensa en un refrigerante y cae en un matraz diferente, realiza una destilación, solo separa las fracciones más volátiles.

- Termodesinfectadoras – Equipos de lavado de vidrio

Se trata de un equipo parecido a un lavavajillas diseñado para su uso con material de laboratorio. Trabaja a una temperatura relativamente alta y desinfectaría el material.

- Vitrinas de extracción de gases y vapores

Vitrina destinada a proteger a los trabajadores captando los gases y vapores generados en su interior extrayéndolos del laboratorio. Disponen de una guillotina de vidrio que permite ver lo que sucede en su interior cuando está cerrada. Cuando hay que manipular en el interior de la vitrina se sube a una altura suficiente para introducir las manos por debajo de la guillotina. Cuando está a la altura de trabajo apropiado protege tanto de contaminantes en el aire como de proyecciones a la cara. Solo se debe subir hasta arriba cuando haya que acceder al fondo de la vitrina para coger algún objeto o si se realiza un proceso de limpieza de la misma. En funcionamiento normal la vitrina coloca la guillotina a una altura de trabajo adecuada de forma automática (se puede ajustar por programación a la altura de los trabajadores que usan la vitrina). Dispone de sensores de presencia en el interior, de modo que, si tras 10 minutos no ha detectado movimientos de manos en su interior, baja la guillotina al mínimo, ajustando el caudal a la altura libre (reduce la aspiración)

- Liofilizador

Equipo utilizado para secar muestras sensibles a la temperatura, seca por frío, eliminando el agua mediante secado por enfriamiento. Dispone de un sistema de refrigeración que puede enfriar por debajo de -80°C , esto junto al vacío permite eliminar el agua de las muestras manteniendo su temperatura muy baja.

- Bombas de vacío

Equipos utilizados para generar presiones bajas en otros equipos, como rotavapores, liofilizadores, reactores, etc...

- Isolera / cromatógrafo Flash

Equipos que separan los productos de reacción mediante cromatografía. Se coloca la muestra resultante de eliminar los disolventes en el rotavapor y se hace pasar por un conjunto de tubos arrastrados por disolventes. Estos tubos están rellenos de materiales que retiene a los compuestos orgánicos con distinta intensidad. Combinando la afinidad por los disolventes y la retención en el material de la columna unas sustancias pasan más rápidas que otras, de este modo los compuestos se van separando y se pueden recoger en unos tubos de ensayo que se van llenando de forma automática con el líquido que sale de los tubos (también llamados columnas).

4.4 Metodología:

4.4.1 Condiciones Ambientales.

Para valorar las condiciones ambientales se lleva a cabo una serie de mediciones siguiendo las indicaciones que encontramos en la legislación específica.

Para medir la iluminación de un lugar en el que se realiza una tarea, se ha tenido en cuenta la altura a la que se realiza dicha tarea. En las zonas de uso general se mide a una altura de 85 cm, y en las vías de circulación a nivel del suelo, tal y como establece el RD 486/97 en el anexo IV. Los criterios de valoración son los recogidos en el citado RD. [7]

Los valores de temperatura y humedad medidos se refieren al entorno de aire que rodea al trabajador en su zona de trabajo, (artículo 7 del RD486/97, anexo III y modificación del mismo por el Real Decreto ley 14/2022 en las zonas de administración. Los valores se comparan con los establecidos en el RD 486/97.

Por último se hace una medición de ruido con el fin de realizar un cribado y obtener datos que puedan apoyar la apreciación profesional y que permitan llegar a una conclusión sin la necesidad de hacer una evaluación exhaustiva posterior.

4.4.2 Evaluación de la Exposición a Agentes químicos.

Para llevar a cabo la evaluación de la exposición a agentes químicos seguiremos los criterios recogido en la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo, que desarrolla el RD 374/2001, en concreto la edición de Agosto de 2022. En su apéndice 4 recoge y desarrolla los criterios de evaluación que propone la Norma UNE-EN 689:2019+AC: 2019 "Mediciones de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional". [8]

4.4.2.1 Criterios de Valoración.

En cuanto a los límites de exposición profesional adoptados como referencia, se han seguido los criterios establecidos en el Anexo I del Real Decreto 374/2001 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos, así como los marcados por la legislación vigente sobre la protección de los trabajadores frente a los agentes químicos.

Se toman como referencia los publicados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el "Documento sobre Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España", tal y como indica el citado R.D. 374/2001. [9]

4.4.2.2 Comparación de la concentración ambiental con los valores límite. [8]

Según la norma "UNE-EN 689:2019 - Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional", se define un índice de exposición (I) al agente químico como:

$$I = \frac{E}{VLA}$$

Donde:

E es la concentración de la exposición laboral, o concentración ambiental ponderada en el tiempo, determinada y analizada a partir de las muestras tomadas en la empresa.

VLA: el valor límite ambiental de exposición profesional, del contaminante establecido, siguiendo el criterio marcado en el apartado "Criterios de valoración", como valor de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición a los agentes químicos presentes en el puesto de trabajo.

La norma UNE-EN 689:2019 propone la siguiente estrategia para la comparación de la exposición con los límites de exposición:

I) realización de una Prueba preliminar

En primer lugar deben elegirse un número suficiente de trabajadores a muestrear dentro de un Grupo de Exposición Similar o GES. Un GES es un grupo de trabajadores que tienen el mismo perfil general de exposición para el agente o agentes químicos objeto de estudio, debido a la similitud y frecuencia de las tareas desarrolladas, por los materiales y procesos con los cuales trabajan, y por la similitud de la forma con la que realizan las tareas.

La prueba preliminar requiere de tres a cinco mediciones válidas de la exposición de trabajadores pertenecientes a un Grupo de Exposición Similar – GES.

Con estas mediciones podremos calcular los índices de exposición. La aplicación de los valores límite de exposición en el ambiente de trabajo para trabajos con exposición diferente a las 8 h/día o 40 h/semana requeriría una consideración especial. Se referiría la exposición diaria de cada trabajador (E) como la concentración media del agente químico en la zona de

respiración del trabajador medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real referida a una jornada estándar de 8 diarias.

$$E = \frac{\sum Ci \times ti}{8}$$

Siendo:

- Ci: concentración del agente químico en el ambiente de trabajo durante la tarea o proceso “i”,
- ti: tiempo de exposición (en horas) para la tarea o proceso muestreado “i”.

Cuando se trata de valorar exposiciones de corta duración, el índice de exposición se definirá como la relación entre las concentraciones obtenidas durante mediciones de 15 minutos, y el valor límite VLA-EC.

Teniendo en cuenta estas definiciones, el Índice de Exposición, dependiendo de que estemos comparando nuestros resultados con los límites de exposición diaria o de exposición corta, se expresará como:

$$I_{ED} = \frac{E}{VLA-ED} \quad \text{o} \quad I_{EC} = \frac{E}{VLA-EC}$$

Una vez que calculemos los índices podemos tener tres situaciones.

a) Si todos los resultados del índice de exposición (I) para un GES están por debajo de:

- 1) $I < 0,1$ para un conjunto de 3 mediciones de la exposición, o
- 2) $I < 0,15$ para un conjunto de 4 mediciones de la exposición, o
- 3) $I < 0,2$ para un conjunto de 5 mediciones de la exposición,

Se considera que el VLA no se superará: **Conformidad**.

b) Si uno de los valores de I es mayor que 1, se considera que el la exposición superará el VLA: **No conformidad**.

c) Si no se cumple ninguna de las condiciones anteriores no sería posible concluir sobre la conformidad con el VLA, **Indeterminación**.

En esta situación, deben llevarse a cabo mediciones adicionales de la exposición (requiriendo al menos un total de seis mediciones) con el fin de aplicar una prueba estadística

basándose en el cálculo del intervalo de confianza de la probabilidad de sobrepasar el índice de exposición $I = 1$.

II) Prueba estadística

Una vez realizadas las mediciones adicionales, se realizará una prueba estadística para comprobar si las exposiciones del GES cumplen con el valor límite. La prueba debe determinar que la probabilidad de superar el VLA o de obtener un $I > 1$ sea inferior al 5% con un nivel de confianza del al menos el 70%.

» Exposiciones intensas dentro de la jornada:

Según criterios contenidos en el "Documento sobre Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España" publicado por el INSST, cuando no existan VLA-EC asignados a los agentes químicos estudiados, para controlar las exposiciones por encima del VLA-ED dentro de una misma jornada de trabajo, pueden utilizarse los límites de desviación.

Los límites de desviación no son independientes, sino complementarios a los VLA. Para los agentes químicos que tienen asignado VLA-ED pero no VLA-EC, se establece el producto $3 \cdot VLA-ED$ como el valor que no deberá superarse durante más de 30 minutos en total a lo largo de la jornada de trabajo, no debiéndose sobrepasar en ningún momento el valor $5 \cdot VLA-ED$.

» Efectos aditivos:

Cuando estén presentes varios agentes químicos, debemos considerar los posibles efectos aditivos de los mismos, derivados de ejercer la misma acción sobre un determinado órgano o sistema.

El cálculo de los efectos aditivos lo realizaremos sumando los índices de exposición de aquellos agentes químicos que presentan posibles acciones comunes sobre el organismo humano, en base a la documentación bibliográfica disponible.

4.4.2.3 Métodos de toma de muestras y análisis

Para la captación de los agentes químicos y su posterior análisis, se han tenido en cuenta los siguientes métodos de toma de muestras y análisis.

Tabla 1: Métodos de Muestreo.

Agente Químico	Método de toma de Muestras y Análisis	Técnica Analítica	Elemento de Captación
<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i>	<i>MTA/MA-032/A98 [10]; NIOSH 1501[11]</i>	<i>GC/FID</i>	<i>Tubo de carbón activo 100/50 mg</i>
<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i>	<i>MTA/MA-015/R88 [12]</i>	<i>GC/FID</i>	<i>Muestreador pasivo por difusión Radiello</i>

Se utilizarán muestreadores pasivos para medir la exposición que los trabajadores tienen durante toda su jornada laboral sin el riesgo de saturar el soporte de captación. El muestreo con tubos de carbón activo y bombas de aspiración se utilizará para valorar exposiciones de corta duración.

La técnica analítica utilizada por el laboratorio para analizar las muestras es similar en ambos casos, ya que en ambos el soporte de muestreo en el que se absorbe el contaminante es carbón activo. Los muestreadores pasivos Radiello utilizados son tubos de acero perforado rellenos de carbón activo. Se extraen los contaminantes mediante un disolvente, la disolución resultante se analiza mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama.

Al usar muestreadores pasivos obviamos el problema que supone el uso de métodos activos con una capacidad de captación limitada. Tiene más capacidad de captación, permiten hacer muestreos en presencia de concentraciones bajas o altas, pues su capacidad de absorción es muy alta y es muy difícil que se sature. Tienen mayor sensibilidad, si las condiciones de muestreo son estables (temperatura controlada, bajas corrientes de aire), es un método de captación muy conveniente.

Para calcular la concentración de contaminante a que están expuestos los trabajadores se ha de tener en cuenta la temperatura del día en que se realizó el estudio, pues la constante que determina la velocidad de muestreo, el caudal equivalente de muestreo, depende de la temperatura con la siguiente ecuación (ver anexo):

$$Q_K = \left(\frac{K}{298} \right)^{1.5}$$

Donde Q_k es el caudal equivalente de muestreo a la temperatura K (en grados kelvin), Q_{298} es el valor de referencia a 25 °C (Valor proporcionado por el fabricante, ver anexo). La velocidad de captación varía un 5% por cada 10°C de variación de la temperatura. Si la

humedad se mantiene entre un 10% y un 90% y la velocidad del viento entre 0,1 y 10 m/s, el caudal equivalente de muestreo no varía.

Para calcular la concentración de contaminante en el aire se necesita conocer el tiempo que se ha estado muestreando (t) y la cantidad de contaminante (m) adsorbida por el captador (dato proporcionado por el laboratorio al que se envía la muestra). Con esos datos:

$$C(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}) = \frac{m(\text{mg})}{Q_K(\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}) \cdot t(\text{min})} \cdot 10^6$$

Por ejemplo el valor de Q_{298} para la acetona es el siguiente:

$$Q_{298}(\text{Acetona}) = 77$$

Por lo que en un muestreo realizado a 25°C durante un tiempo de 300 minutos en el que se hubieran captado 20 mg de acetona la concentración media durante esos 300 minutos sería de:

$$C(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}) = \frac{20\text{mg}}{77(\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}) \cdot 300(\text{min})} \cdot 10^6(\text{ml} \cdot \text{m}^{-3}) = 865 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Valor que usaríamos para calcular la concentración media ponderada.

Para determinar las exposiciones de corta duración se utilizan tubos de carbón activo 100/50 conectados a bombas reguladas a bajo caudal, calculando la concentración del modo habitual siendo la ecuación similar.

$$C(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}) = \frac{m(\text{mg})}{Q(\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}) \cdot t(\text{min})} \cdot 10^6$$

Donde el caudal sería el caudal al que calibramos las bombas.

Con estos valores procederíamos a comparar con los correspondientes Valores Límite Ambientales.

4.4.3 Análisis de los Riesgos del Puesto. Evaluación de Riesgos.

Para la evaluación de riesgos se ha utilizado el método desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo que basa la estimación del riesgo para cada peligro, en la determinación de la potencial severidad del en el Trabajo que basa la estimación del riesgo para cada peligro, en la determinación de la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el daño. [13]

De esta forma, quedarán evaluados los riesgos para cada peligro, con el fin de poder clasificar los peligros según el nivel del riesgo y de este modo poder establecer prioridades para las acciones preventivas en la empresa.

Tabla 2: Probabilidad del riesgo (INSST).

Probabilidad	
BAJA	El daño ocurrirá raras veces.
MEDIA	El daño ocurrirá algunas veces.
ALTA	El daño ocurrirá siempre o casisiempre.

Tabla 3: Consecuencia del riesgo (INSST).

consecuencia	
LIGERAMENTE DAÑINO	Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo. Molestias e irritación: dolor de cabeza, disconfort.
DAÑINO	Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, etc. Sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
EXTREMADAMENTE DAÑINO	Amputaciones, fracturas mayores, envenenamientos, lesiones múltiples, lesiones fatales. Cáncer, otras enfermedades que acorten severamente la vida, enfermedades agudas.

Para la probabilidad se considerarán las medidas de control implantadas, los requisitos legales y los códigos de buena práctica observados. Para la severidad del daño se tienen en cuenta las partes del cuerpo afectadas y la naturaleza del daño.

Con los factores anteriormente analizados y el cuadro que se describe a continuación se obtiene la estimación del nivel de riesgo:

Tabla 4: Niveles de Riesgo (INSST).

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
PROBABILIDAD	BAJA	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	MEDIA	Riesgo Tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	ALTA	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Dichos niveles forman la base para decidir la acción preventiva, estableciendo prioridades para esta acción según los criterios que definen cada nivel de riesgo según la siguiente tabla.

Tabla 5: Niveles de Riesgo. Prioridad (INSST).

NIVEL DE RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Riesgo trivial	No se requiere acción específica
Riesgo tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Riesgo moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Riesgo importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.

Riesgo intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.
--------------------	--

Este criterio permitiría establecer una prioridad inicial para la planificación de la actividad preventiva.

4.5 Evaluación de Riesgos.

4.5.1 Control de las condiciones ambientales

Para llevar a cabo la medición se utilizan los los siguientes equipos:

Tabla 6: Equipos medición condiciones ambientales.

Tipo de Equipo	Marca	Modelo	Número de serie
Luxómetro	TES	1332 ^a	L00000001
Termohigrómetro	KRESTEL	K3000	T00000001
Sonómetro	CESVA	SC250	S00000001

El sonómetro Cesva SC250 cumple con metrología legal, estando certificado según Orden ITC/155/2020. Las mediciones se realizaron el día 16 de mayo de 2023, entre las 11:00 y las 13:00, el día estaba despejado y la temperatura era de 25°C.

La instalación de luminarias es similar en todos los laboratorios, así como los sistemas de ventilación. No se considera necesario hacer mediciones en todos por la similitud existente en la disposición del mobiliario. Todas las vitrinas son de la misma marca y modelo, salvo las destinadas a reacciones que desprendan vapores ácidos, que cuentan con un revestimiento especial. La iluminación disponible en estas vitrinas (vitrina 4 laboratorio 10) es similar a la del resto de vitrinas.

En la tabla 7 se recogen los resultados de las mediciones y en la tabla 8 los valores establecidos en el RD 486/1997:

Tabla 7: Resultados de las mediciones de las condiciones ambientales.

Mediciones Realizadas					
Localización	Iluminación Lux	Ruido dBA	Temp °C.	Humedad %HR	Conforme
Entrada laboratorios	247	69	23	48	SI
Laboratorio 1 Vitrina 1	854	68	25	52	SI
Laboratorio 1 PVD	745	62	24.6	52	SI
Laboratorio 1 Vitrina 3	925	75	24	52	SI
Laboratorio 1 Mesa de trabajo	814	76	25	53	SI
Laboratorio 2 PVD	810	65	23	51	SI
Laboratorio 2 Vitrina	954	71	23.5	51	SI
Laboratorio 3 Vitrina	1010	69	23	48	SI
Laboratorio 4 PVD	800	56	26	41	SI
Laboratorio 4 Vitrina	952	65	25	41	SI
Laboratorio 10 PVD	694	68	25	40	SI
Laboratorio 10 Vitrina 1	940	75	26	40	SI
Laboratorio 10 Mesa	715	71	26	40	SI
Laboratorio 7 Vitrina 2	795	71	22	41	SI
Laboratorio 8 Vitrina 3	825	69	23	39	SI
Despacho Administración 1	685	n.p.	25.5	50	SI
Despacho Administración 2	725	n.p.	26	55	SI
Despacho Administración 3	845	n.p.	24.5	56	SI
Despacho Administración 4	640	n.p.	25	60	SI
Despacho Administración 5	710	n.p.	25	55	SI
Laboratorio Análisis	814	67	25.6	41	SI
Laboratorio Purificación	945	75	25	52	SI

Tabla 8: Valores de Iluminación Real Decreto 486/1997.

Zonas en las que se realicen tareas con exigencias:	Lux
Bajas	100
Moderadas	200
Altas	500
Muy Altas	1000
Áreas de uso:	Lux
Ocasional	50
Habitual	100
Vías de uso:	Lux
Ocasional	25
Habitual	50

» Comparando con la tabla 8, se puede comprobar que las condiciones obtenidas en las mediciones de iluminación son aceptables. Están dentro de los rangos considerados en la normativa (Anexo IV Real Decreto 486/97): Los trabajos realizados en un laboratorio de síntesis química se consideran de exigencia visual entre moderada y alta.

» Los niveles de ruido, como era de esperar, están por debajo de los niveles de acción indicados en RD 288/2006.

» En cuanto a los valores de temperatura y humedad obtenidos, cumplen con lo establecido en el Real Decreto 486/97:

“ANEXO III CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS LUGARES DE TRABAJO

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.

b) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.” [7]

Posteriormente el RD 14/2022 establece que “la temperatura del aire en los recintos

refrigerados no será inferior a 27 °C", permitiendo excepciones a esta norma bajo justificación. [14]

En el caso que nos ocupa cabe señalar que cuanto menor sea la temperatura del laboratorio menor será la cantidad de sustancias volátiles presentes en el ambiente, por lo cual quedaría justificado la reducción de temperatura. En la zona de administración se establecería esta limitación, admitiendo temperaturas de hasta 27°C.

4.5.2 Estudios Específicos. Medición de contaminantes químicos.

Como consecuencia de la actividad de la empresa, los trabajadores están expuestos a los agentes químicos contenidos en los productos utilizados y emitidos en los procesos realizados.

Las tareas realizadas en todos los laboratorios son similares, independientemente de la molécula que se pretende sintetizar. En todos los casos se pesan reactivos y se ponen disolventes en reactores en los que se producen las reacciones químicas. El contenido de estos reactores se suele separar y purificar para obtener productos intermedios o productos finales, que o se emplean en otras reacciones o se llevan a purificación para su preparación final. Las separaciones se pueden hacer en decantadores o por cromatografía. También se usan evaporadores rotativos para reducir el volumen de disolvente y concentrar o cristalizar los productos de las distintas reacciones. Principalmente se da exposición repetitiva a los diferentes disolventes que se utilizan en los procesos, que suelen ser similares en todos los laboratorios.

4.5.2.1 Estrategia de Muestreo

Tal y como se indica en el punto 4.4.2.1 se debe elegir un Grupo de Exposición Similar (GES) para llevar a cabo la prueba preliminar indicada en la metodología. Tomamos como referencia el personal del laboratorio de síntesis, que engloba tanto a investigadores como a técnicos de laboratorio. Sus tareas son similares y permanecen el mismo tiempo expuestos a los diferentes contaminantes químicos presentes en el laboratorio constituyendo por tanto un GES.

A continuación debemos seleccionar que contaminantes vamos a evaluar. En el trabajo diario se puede manipular una gran variedad de productos químicos, muchos de estos productos se emplean en pequeñas cantidades y con muy poca frecuencia, mientras que otros

son de uso más habitual. Además, de la mayoría no se dispone de datos toxicológicos, no se dispone de valores límite de exposición y no se dispone de métodos de muestreo, por lo que valorar la exposición objetivamente resulta muy difícil.

Por ello, para comprobar la eficacia de las medidas adoptadas (uso de vitrinas de gases, extracciones localizadas sobre cromatógrafos, procedimientos de trabajo, etc.) se van a tomar como referencia los disolventes de reacción empleados en el laboratorio. En general se consumen varios litros al día de los mismos medios de reacción, se usan como medios de reacción, se utilizan en cromatografías, se evaporan en los rotavapores, etc. Por lo tanto puede haber fácilmente exposición a los mismos. Además tiene Valor Límite y podemos muestrearlos. Se trata de los siguientes compuestos orgánicos volátiles: acetona, acetato de etilo, diclorometano, n-hexano, n-heptano, tetrahidrofurano e isopropanol.

Realizaremos muestreos con captadores pasivos para poder cubrir la exposición durante toda la jornada de trabajo. Las condiciones ambientales de los laboratorios son ideales para el muestreo con captadores pasivos, la temperatura se mantienen durante toda la jornada y no hay corrientes de aire que puedan afectar.

Para valorar posibles exposiciones de mucha intensidad realizaremos muestreos de corta exposición en tareas puntuales en las que se considera que se podría superar el VLA EC. Para esto utilizaremos tubos de vidrio rellenos de carbón activo (100/50) conectados a una bomba de aspiración.

Tabla 9: Métodos de Muestreo.

Agente Químico	Método de toma de Muestras y Análisis	Técnica Analítica	Elemento de Captación
<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i>	<i>MTA/MA-032/A98; NIOSH 1501</i>	<i>GC/FID</i>	<i>Tubo de carbón activo 100/50 mg</i>
<i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i>	<i>MTA/MA-015/R88,</i>	<i>GC/FID</i>	<i>Muestreador pasivo por difusión Radiello</i>

4.5.2.2 Criterios de Valoración

A continuación se detallan los valores límite a considerar y otros datos obtenidos del documento "Documento sobre Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2023" [9]:

Tabla 10: Valores Límite

Agentes Químicos	VLA-ED mg/m3	VLA-EC mg/m3	Notas	Indicaciones de Peligro
Acetona	1210		VLB®	H225, H319, H336, EUH066
Acetato de Etilo	734	1468		H225-H319-H336, EUH066
Diclorometano	177	353	VLB®, vía dérmica	H351
n-Hexano	72		VLB®	H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411
n-heptano	2085			H225, H304, H315, H336, H400, H410
Tetrahidrofurano	150	300	vía dérmica, VLB® ,	H225, H319, H335, H351
Isopropanol	500	1000	VLB®	H225-H319-H336

Siendo:

VLA-ED: Valor Límite Ambiental – Exposición Diaria, que representa la concentración media ponderada en el tiempo para una jornada de trabajo estándar de 8 h/día y 40 h/semana, a la cual se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos para la salud.

VLA-EC: Valor límite Ambiental – Exposición Corta, que representa la concentración media ponderada para cortos períodos de exposición (máximo 15 minutos) a la cual se cree que puede estar expuesta la mayoría de los trabajadores sin sufrir efectos adversos para su salud, basándose en los conocimientos actuales.

VLB®: Agente químico que tiene Valor Limite Biológico específico.

Vía dérmica: Indica que, en las exposiciones a esta sustancia, la aportación por la vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total si no se adoptan medidas

par prevenir la absorción. En estas situaciones, es aconsejable la utilización del control biológico para poder cuantificar la cantidad global absorbida del contaminante.

H225 Líquido y vapores muy inflamables.

H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

H315 Provoca irritación cutánea.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H335 Puede irritar las vías respiratorias

H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

H351 Se sospecha que provoca cáncer.

H361fd Se sospecha que perjudica la fertilidad. Se sospecha que daña al feto.

H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos.

H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

EUH066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

4.5.2.3 Equipos utilizados en las mediciones

Los elementos de tubos de carbón activo se alojaron en un porta tubos Gilian unidos mediante tubos flexibles a bombas de muestreo personal. Las bombas se calibraron antes y después de la medición con un calibrador adecuado. En la calibración se incorporó un tubo similar a los empleados en la captación con el objeto de simular la pérdida de carga que originaría este. Se usaron los siguientes equipos:

Tabla11: Equipos utilizados en la medición de contaminantes químicos.

TIPO DE BOMBA	MARCA	MODELO	Nº SERIE
<i>Bomba Alto/Bajo Caudal</i>	<i>Gilian</i>	Gila Air Plus	SC4444425SC
<i>Bomba Alto/Bajo Caudal</i>	<i>Gilian</i>	Gila Air Plus	SC4444426SC
<i>Calibrador de Bombas Personales</i>	<i>GILIAN / Sensydine</i>	<i>GILIBRATOR2</i>	<i>000025DC-S 07070707</i>

Para la captación ambiental mediante monitores pasivos por difusión (muestreadores por difusión), se usaron los cartuchos adsorbentes o quimio-adsorbentes, así como los cuerpos difusivos propuestos por el fabricante para la captación del agente químico de interés:

Tabla 12: Muestreador pasivo.

FABRICANTE	AGENTE QUÍMICO	CARTUCHO ADSORBENTE O QUIMIO-ADSORBENTE	CUERPO DIFUSIVO
RADIELLO	COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	CÓDIGO 130	CÓDIGO 120 (BLANCO)

4.5.2.4 Resultados y Valoración del Riesgo

Se llevan a cabo cuatro mediciones en días sucesivos de larga duración, muestreando con los captadores pasivos Radiello. Al mismo tiempo se toman tres muestras de corta duración cada uno esos cuatro días en operaciones con mayor riesgo de exposición (trabajo durante la preparación del cromatógrafo y el funcionamiento de este, retirada y colocación de balones en el rotavapor, separaciones por decantación) usando tubos rellenos de carbón activo conectados a bombas para realizar el muestreo.

El trabajo realizado en los laboratorios esos días, tanto en duración de las exposiciones como en la intensidad de las mismas, los laboratorios en los que se realizaron las mediciones contaban con todo el personal y funcionaron a plena capacidad, por lo que las condiciones son las más negativas que se pueden presentar.

Con objeto de realizar un adecuado control de calidad de todo el proceso de toma de muestras (recepción, almacenamiento, preparación, sellado, transporte hasta la empresa, fase de medición, y envío al laboratorio) y análisis en el laboratorio (recepción, pretratamientos, analítica, y tratamiento de resultados) se ha procedido al envío y análisis de muestras blancas. En lo blancos enviados no se han detectado compuestos orgánicos volátiles.

Los cálculos se realizan tal y como se explica en los apartados 4.4.2.1 y 4.4.2.2.

En las siguientes tablas presentamos los resultados de las tomas de muestras y de los cálculos realizados. Se calcula el Índice resultante de considerar efecto aditivo en todos los compuestos (situación más desfavorable)

En primer lugar figuran los resultados de las mediciones de exposición diaria realizadas con los captadores pasivos:

Tabla 13: Resultados medición larga duración.

PUESTO / PROCESO		GES: Investigador /Técnico de Laboratorio							
Ubicación		Laboratorio 1				Fecha		16/05/2023	
Ref. Muestra	Agentes Químicos Muestreados	T ^a media muestreo	Q _k (Q a T ^a)	m	t	C	VLA-ED	t _{ED}	I _{ED}
		°K	ml/min	mg	min	mg/m ³	mg/m ³	horas	
SSA/aah/001	Acetona	295.7	76.11	0.470	364	16.965	1210	8	0.014
	Acetato de Etilo		77.1	0.150		5.345	734	8	0.007
	Diclorometano		88.96	0.170		5.260	177	8	0.030
	n-Heptano		57.33	0.020		0.958	2085	8	0.001
	n-Hexano		65.23	0.010		0.421	72	8	0.006
	Tetrahidrofurano		73.14	0.042		1.577	150	8	0.011
	Isopropanol		51.40	0.052		12.970	500	8	0.026
EFFECTO ADITIVO								0.095	
PUESTO / PROCESO		GES Investigador/ Técnico de Laboratorio							
Ubicación		Laboratorio 3				Fecha		17/05/2023	
Ref. Muestra	Agentes Químicos Muestreados	T ^a media muestreo	Q _k (Q a T ^a)	m	t	C	VLA-ED	t _{ED}	I _{ED}
		°K	ml/min	mg	min	mg/m ³	mg/m ³	horas	
SSA/aah/005	Acetona	297	76.69	0.270	337	10.447	1210	8	0.009
	Acetato de Etilo		77.69	0.060		2.292	734	8	0.003
	Diclorometano		89.64	0.270		8.938	177	8	0.051
	n-Heptano		57.77	0.042		2.157	2085	8	0.001
	n-Hexano		65.73	0.025		1.129	72	8	0.016
	Tetrahidrofurano		73.70	0.052		2.094	150	8	0.014
	Isopropanol		51.79	0.051		12.625	500	8	0.025
EFFECTO ADITIVO								0.119	

PUESTO / PROCESO		GES Investigador/ Técnico de Laboratorio							
Ubicación		Laboratorio 2				Fecha		18/05/2023	
Ref. Muestra	Agentes Químicos Muestreados	T ^a media muestreo	Q _K (Q a T ^a)	m	t	C	VLA-ED	t _{ED}	I _{ED}
		°K	ml/min	mg	min	mg/m ³	mg/m ³	horas	
SSA/aah/009	Acetona	295	75.80	0.140	300	6.156	1210	8	0.005
	Acetato de Etilo		76.79	0.080		3.473	734	8	0.005
	Diclorometano		88.60	0.251		9.443	177	8	0.053
	n-Heptano		57.10	0.030		1.751	2085	8	0.001
	n-Hexano		64.97	0.025		1.283	72	8	0.018
	Tetrahidrofurano		72.85	<0.030*		<1.373	150	8	<0.009
	Isopropanol		51.19	<0.030*		<7.513	500	8	<0.018
*Detectados pero por debajo del límite de cuantificación						EFFECTO ADITIVO		0.106	

PUESTO / PROCESO		GES Investigador/ Técnico de Laboratorio							
Ubicación		Laboratorio 10				Fecha		19/05/2023	
Ref. Muestra	Agentes Químicos Muestreados	T ^a media muestreo	Q _K (Q a T ^a)	m	t	C	VLA-ED	t _{ED}	I _{ED}
		°K	ml/min	mg	min	mg/m ³	mg/m ³	horas	
SSA/aah/013	Acetona	297	76.69	0.350	356	12.833	1210	8	0.011
	Acetato de Etilo		77.69	0.180		6.515	734	8	0.009
	Diclorometano		89.64	0.380		11.920	177	8	0.067
	n-Heptano		57.77	0.120		5.841	2085	8	0.003
	n-Hexano		65.73	0.021		0.898	72	8	0.013
	Tetrahidrofurano		73.70	<0.030*		<1.145	150	8	<0.008
	Isopropanol		51.79	<0.030*		<7.434	500	8	<0.015
*Detectados pero por debajo del límite de cuantificación						EFFECTO ADITIVO		0.124	

Con respecto a las mediciones de corta exposición se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 14: Resultados mediciones de corta exposición

PUESTO Y PROCESO		GES Investigador/ Técnico de Laboratorio							
Ubicación		Laboratorio 1			Fecha		16/05/2023		
Agentes Químicos Muestreados	MUESTRA 1			MUESTRA 2			MUESTRA 3		
	SSA/aah/002			SSA/aah/003			SSA/aah/004		
	m.	t	caudal	m.	t	caudal	m.	t	caudal
	mg	min	l/min	mg	min	l/min	mg	min	l/min
<i>Acetato de Etilo</i>	<0.030	15	0.204	0.035	15	0.204	<0.030	15	0.204
<i>Diclorometano</i>	-	-	-	<0.030	15	0.204	-	-	-
<i>Isopropanol</i>	-	-	-	<0.030	15	0.204	-	-	-
Agente Químico	C	VLA-EC	I _{EC}	C	VLA-EC	I _{EC}	C	VLA-EC	I _{EC}
	mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³	mg/m ³	
<i>Acetato de Etilo</i>	<9.8	1468	<0.007	11.438	1468	0.008	<9.8	1468	<0.007
<i>Diclorometano</i>	-	-	-	<9.8	353	<0.028	-	-	-
<i>Isopropanol</i>	-	-	-	<9.8	1000	<0.010	-	-	-

PUESTO Y PROCESO		GES Investigador/ Técnico de Laboratorio							
Ubicación		Laboratorio 3			Fecha		17/05/2023		
Agentes Químicos Muestreados	MUESTRA 1			MUESTRA 2			MUESTRA 3		
	SSA/aah/006			SSA/aah/007			SSA/aah/008		
	m.	t	caudal	m.	t	caudal	m.	t	caudal
	mg	min	l/min	mg	min	l/min	mg	min	l/min
<i>Acetato de Etilo</i>	-	-	-	<0.030	15	0.211	<0.030	15	0.211
<i>Diclorometano</i>	0.041	15	0.211	<0.030	15	0.211	-	-	-
<i>Isopropanol</i>	<0.030	15	0.211	-	-	-	-	-	-
Agente Químico	C	VLA-EC	I _{EC}	C	VLA-EC	I _{EC}	C	VLA-EC	I _{EC}
	mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³	mg/m ³	
<i>Acetato de Etilo</i>	-	-	-	<9.479	1468	<0.006	<9.479	1468	<0.006
<i>Diclorometano</i>	12.954	353	0.037	<9.479	353	<0.027	-	-	-
<i>Isopropanol</i>	<9.479	1000	<0.009	-	-	-	-	-	-

PUESTO Y PROCESO		GES Investigador/ Técnico de Laboratorio								
Ubicación		Laboratorio 2			Fecha		18/05/2023			
Agentes Químicos Muestreados	MUESTRA 1			MUESTRA 2			MUESTRA 3			
	SSA/aah/010			SSA/aah/011			SSA/aah/012			
	m.	t	caudal	m.	t	caudal	m.	t	caudal	
	mg	min	l/min	mg	min	l/min	mg	min	l/min	
COVs		ND	-	-	ND	15	0.211	ND	15	0.211

PUESTO Y PROCESO		GES Investigador/ Técnico de Laboratorio								
Ubicación		Laboratorio 3			Fecha		19/05/2023			
Agentes Químicos Muestreados	MUESTRA 1			MUESTRA 2			MUESTRA 3			
	SSA/aah/014			SSA/aah/015			SSA/aah/016			
	m.	t	caudal	m.	t	caudal	m.	t	caudal	
	mg	min	l/min	mg	min	l/min	mg	min	l/min	
<i>Acetato de Etilo</i>		-	-	-	0.053	15	0.225	-	-	-
<i>Agente Químico</i>	C	VLA-EC	I _{EC}	C	VLA-EC	I _{EC}	C	VLA-EC	I _{EC}	
	mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³	mg/m ³		
<i>Acetato de Etilo</i>		-	-	-	15.70	1468	0.01	-	-	-

En las muestras de corta exposición del día 18/05/2023 no se detectaron compuestos orgánicos, mientras que en las del día 19 solo se detecta acetato de etilo en una de las muestras.

En la prueba preliminar se han tomado cuatro muestras en cuatro días sucesivos. En ningún caso el valor del Índice de exposición ha superado el valor 0,15; tanto si consideramos los valores individuales de los compuestos químicos detectados como si se considerase efecto aditivos de todos en conjunto.

Con respecto a las mediciones de corta exposición en ningún caso se obtienen un valor para el índice de exposición I_{EC} superior a 0.1.

Por lo tanto puede considerarse que es IMPROBABLE que se superen los valores límite ambientales de referencia. Las concentraciones ambientales de agentes químicos son significativamente inferiores a los valores límite. La situación es **Conforme**. [8]

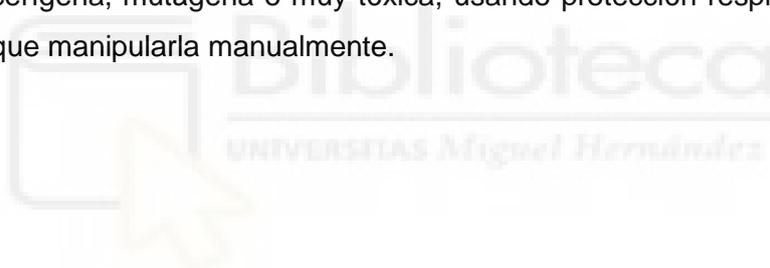
4.5.2.5 Conclusiones

No se consideraría necesario implantar medidas adicionales a las existentes para mantener controlado el riesgo.

Sin embargo, es importante recordar que se debe mantener la situación actual, por lo que es importante realizar un mantenimiento adecuado de las vitrinas y de los sistemas de ventilación existentes.

Los trabajadores deben seguir el procedimiento de buenas prácticas establecido por la empresa, que entre otras cosas establece la obligatoriedad de trabajar dentro de las vitrinas y evitar mantener envases abiertos en el exterior de estas.

Dadas las características del trabajo desarrollado, es importante que cuando se tenga sospecha en relación a la actividad de alguna molécula (citostática, muy tóxica, cancerígena, mutágena...), se trabajará con esta siempre en vitrina y se procurará utilizar los rotavapores envitrinados que hay en los laboratorios; siendo su uso obligatorio cuando se tenga certeza de que es cancerígena, mutágena o muy tóxica, usando protección respiratoria adecuada cuando tengan que manipularla manualmente.



4.5.3 Análisis de los Riesgos del Puesto. Evaluación y Medidas a adoptar para la reducción y el control de los riesgos evaluados.

PUESTO DE TRABAJO: Investigador

4.5.3.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS AL ÁREA DE TRABAJO

Riesgo	Causa	PR*	CO*	NR*
010 Caída de personas a distinto nivel	Uso inadecuado de la escalera: no utilizar pasamanos, subir o bajar con prisas, distraído, con cargas voluminosas...	B	ED	Moderado
*Probabilidad (PR): Bajo (B), Medio (M), Alto (A). *Consecuencia (CO): Ligeramente Dañino (LD), Dañino (D), Extremadamente Dañino (ED). *Nivel de Riesgo (NR).				

Medidas preventivas:

- No obstaculice la escalera por materiales, almacenamientos temporales, etc. Se recomienda utilizar calzado plano y con suela antideslizante.
- Si observa deficiencias de: iluminación, limpieza, desperfectos, avise al responsable.
- Utilice la escalera con precaución. No corra, no salte, no lleve cargas de dimensiones o peso excesivos, etc. Utilice siempre que sea posible los pasamanos y/o las barandillas existentes. Evite las distracciones tales como usar el móvil, mirar hacia detrás, etc.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » La escalera está limpia y sin obstáculos.
- » Las bandas antideslizantes están en buenas condiciones (pegadas al suelo, sin presentar desgaste, limpias).
- » Las barandillas y/o pasamanos están en buenas condiciones.
- » Las luminarias de la escalera funcionan correctamente y están limpias.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
020 Caída de personas al mismo nivel	Desperfectos en el suelo, presencia de materiales u otros elementos en suelo de las zonas de paso y en los laboratorios.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Mantenga despejadas las zonas de paso.
- Si detecta algún tipo de desperfecto en el pavimento avise de inmediato a mantenimiento

para proceder a su reparación.

- Es necesario mantener el orden y la limpieza. Elimine con rapidez los desperdicios o residuos que se genere en su actividad, que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Las zonas de paso y los entornos de los puestos de trabajo están libres de obstáculos, cables, etc.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
030 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	Presencia de diverso material de laboratorio en estanterías (reactivos, frascos con productos, cajas, archivadores, etc.)	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Evite almacenamientos excesivos en las estanterías de los laboratorios. No apile cajas, estanterías, frascos sobre las estanterías de forma innecesaria. Envíe los reactivos a su almacén correspondiente y disponga en el laboratorio solo las cantidades necesarias posibles para el funcionamiento diario.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Las cantidades de reactivos se mantienen al mínimo necesario.
- » Los recipientes conteniendo muestras/productos químicos se encuentran debidamente etiquetados, las muestras se envían periódicamente a la cámara de archivo.
- » El laboratorio se encuentra ordenado y limpio, no se observan almacenamientos en los distintos planos de trabajo.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
030 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	Caída del portón del sótano, golpes con el mismo al pasar por debajo sin estar adecuadamente abierto.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- En el caso de puertas automáticas está prohibido anular los dispositivos de seguridad.
- Asegúrese que la puerta está correctamente sujeta cuando circule bajo la misma, nunca pase cuando se encuentre semiabierta.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Los mecanismos de apertura de la puerta (rieles, poleas, contrapesos, motores, etc.) se encuentran en adecuado estado.
- » El freno de seguridad funciona correctamente.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
060 Pisada sobre objetos	Presencia de materiales u otros elementos en el suelo de las zonas de paso.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Camine de forma segura, sin prisas, mirando dónde pisa.
- Contribuya a mantener ordenado el lugar de trabajo.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Se debe comprobar periódicamente que las zonas de paso se encuentran libres de obstáculos, cables, conducciones, etc.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
070 Choques contra objetos inmóviles	Posible presencia de objetos en zonas de paso. Almacenamiento inadecuado de materiales en zonas de paso, especialmente cajas vacías en zonas de paso.	M	LD	Tolerable

Medidas preventivas:

- Se debe prestar atención a las zonas por las que estamos caminando, se deben evitar tanto distracciones, por ejemplo ir mirando la pantalla de un móvil, como llevar cargas voluminosas que nos impidan ver por donde pasamos.
- Es necesario mantener el orden y la limpieza. Elimine con rapidez los desperdicios o residuos que se genere en su actividad que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
110 Atrapamiento por o entre objeto.	Cierre accidental del portón vertical.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Asegúrese que la puerta está correctamente sujeta cuando circule bajo la misma, nunca pase cuando se encuentre semiabierta.
- Si la puerta se utiliza con accionamiento manual (fallo motor o alimentación eléctrica), preste especial atención para evitar el atrapamiento de cualquier parte del cuerpo. Se ha de verificar que no hay nadie en la trayectoria de la puerta.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
170 Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	Debido a la emanación de gases, vapores, etc. durante el manejo de sustancias químicas.	M	D	Moderado

Medidas preventivas:

- Utilice adecuadamente los sistemas de ventilación/extracción disponibles en el laboratorio (vitrinas, extracciones localizadas fijas y móviles).
- Mantenga la zona de trabajo ordenada y limpia. Elimine con rapidez los desperdicios o residuos que se genere en su actividad, que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.
- No coma, beba, fume o se aplique cosméticos en el laboratorio. Lávese bien manos y cara antes de tomar alimentos o bebidas.
- Si detecta alguna anomalía en alguna instalación, proceso, equipo, etc., comuníquelo de inmediato al responsable mantenimiento o al responsable del centro.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Las vitrinas/los sistemas de ventilación general funcionan correctamente.
- » Las instalaciones de emergencia (duchas de emergencia/fuentes lavaojos, mantas ignífugas, extintores, alumbrado de emergencia) se encuentran accesibles, en buen estado y funcionan.
- » Las cantidades de los distintos reactivos se mantienen al mínimo necesario.
- » Los recipientes conteniendo muestras/productos químicos se encuentran debidamente etiquetados.

- » El frigorífico disponible para reactivos inflamables en el laboratorio químico es adecuado (de seguridad aumentada, sin instalación eléctrica interior, homologados para almacenamiento de inflamables (EEX/d/2C/T6)) y no se utiliza para alimentos o bebidas. [15]
- » Las instalaciones del laboratorio se encuentran en buen estado.

E Pis requeridos:

- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Ropa de protección
- Máscara completa con filtros para gases, vapores y partículas (filtros ABEK).

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
214 Incendios. Factores de Inicio	Ignición de materiales o elementos presentes en el edificio. Almacenamiento de materiales incompatibles entre sí.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Elimine acumulaciones innecesarias de materiales inflamables de la zona de trabajo (embalajes, papeleras, garrafas de residuos llenas, etc...)
- Mantenga los reactivos debidamente guardados, evitando abandonarlos en cualquier lugar, próximos a fuentes de ignición, etc. No circule solo por áreas o zonas en las que no esté autorizado a permanecer.
- Si detecta alguna anomalía en alguna instalación, proceso, equipo, etc., comuníquelo de inmediato al responsable mantenimiento o al responsable del centro.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » El almacenamiento de productos se realiza adecuadamente, teniendo en cuenta posibles incompatibilidades y reduciendo todo lo posible las cantidades almacenadas en el laboratorio.
- » No se observa sobrecarga en la instalación eléctrica (uso de multiplicadores) ni otros posibles focos de ignición (mecheros o placas encendidos)
- » Las cantidades de los distintos reactivos se mantienen al mínimo necesario.
- » Los recipientes conteniendo muestras/productos químicos se encuentran debidamente etiquetados.
- » Se evitan las conexiones múltiples y alargaderas eléctricas y mangueras de gases inflamables o comburentes.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
214 Incendios. Evacuación	Obstrucción de vías de evacuación y acceso a los medios de extinción.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Mantenga libres de obstáculos los pasillos, vías de evacuación, salidas de emergencia y el acceso a los equipos de extinción.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » El alumbrado de emergencia funciona (el piloto está encendido) y es visible.
- » La señalización de evacuación es visible.
- » Las luminarias del centro funcionan y están limpias.
- » Las vías y salidas de evacuación están accesibles y practicables, y su señalización es visible.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
230 Atropellos o golpes con vehículos	Entrada al semisótano a través del portón al mismo tiempo que pasa un vehículo.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Preste atención al circular por la puerta cuando sea utilizada a la vez que por vehículos. Espera a que el vehículo salga o entre.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » El portón está debidamente señalizado (atención entrada/salida de vehículos y personas, salida de emergencia, etc.)

4.5.3.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A LAS TAREAS REALIZADAS

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
010 Caída de personas a distinto nivel	Por posibles descuidos durante la utilización de escaleras o taburetes de pequeñas dimensiones para acceder a estanterías, armarios, etc.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- No se utilizarán medios improvisados, soportes o plataformas inestables no diseñadas para tal fin para el acceso a partes altas (cajas, sillas, las propias estanterías, etc.). Evite subir o bajar las escaleras de mano con objetos que pongan en peligro su estabilidad.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Los trabajadores disponen cuando así lo requiere la actividad de medios auxiliares adecuados (escaleras de mano).

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
070 Choques contra objetos inmóviles	Golpes ocasionales contra el mobiliario. Cajones abiertos, mesas u otros elementos mal colocados	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Mantenga cajones y armarios cerrados evitando posibles golpes durante los desplazamientos.
- Evitar almacenar objetos o materiales en zonas de paso, procurando siempre que la anchura mínima de las mismas sea de 1 metro como mínimo.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
090 Golpes/cortes por objetos o herramientas	Manipulación de material de vidrio.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Antes de hacer un montaje de reacción, compruebe el estado de todas las piezas, desechando aquellas que presenten defectos (por pequeños que sean se deben

desechar), utilice grasa de silicona y pinzas de fijación adecuadas al tamaño de las bocas de unión. Si algún elemento de vidrio sufre un golpe fuerte, deséchelo aunque no aprecie daños.

- Para desmontar piezas de vidrio que se hayan atascado debe utilizarse guantes gruesos y protección facial o bien realizar la operación bajo campana con pantalla protectora y gafas de seguridad.
- Evite forzar el material de vidrio con las manos desnudas.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » El material de vidrio es el adecuado (tipo pyrex), y se presenta en buen estado (sin fisuras, grietas, etc.)

E Pis requeridos:

- Guantes contra las agresiones mecánicas

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
100 Proyecciones de fragmentos o partículas	Proyecciones de líquidos al calentar tubos o matraces, proyecciones de líquidos por sobrepresiones en matraces, embudos de decantación, ...	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- No llene los tubos de ensayo hasta el borde, deje unos de 2 o 3 cm. Tome el tubo con los dedos, nunca con la mano. En el caso de tener que calentarlos llénelos 2 o 3 cm. Para calentarlos, hágalo colocándolo inclinado y de lado utilizando pinzas. Evite dirigir la boca del mismo hacia un compañero, realice el calentamiento en vitrina.
- Agite suavemente el embudo de decantación, abra el tapón superior en la vitrina para que se liberen los gases que se puedan haber generado y así evitar sobrepresión en el sistema.
- Recuerde poner núcleos de ebullición en el interior de vasos y matraces, para que en caso de ebullición se evite la generación de grandes burbujas. También se puede poner un avarilla de vidrio apoyada en el fondo del recipiente para inducir la ebullición en ese punto.
- No ponga recipientes cerrados a calentar salvo que estén diseñados con ese fin (por ejemplo reactores a presión).

- Evite el calentamiento rápido de los recipientes en que se hayan realizado reacciones a muy baja temperatura al subir la temperatura aumenta la presión dentro del recipiente. El recipiente deberá estar abierto o disponer de una válvula que libere la presión conforme vaya aumentando. Por ejemplo en el caso de usar baños nitrógeno líquido se alcanzan -190°C , al pasar a 25°C la presión aproximadamente se multiplicaría por 4. En baños de acetona con nieve carbónica se alcanzan -78°C , al pasar a 25°C la presión del sistema se multiplicaría por 1,5.
- Cuando conecte sistemas con vacío (embudos de filtración, sistemas de reacción a baja presión, etc) abra la válvula de vacío lentamente, mantenga la guillotina de la vitrina bajada para prevenir proyecciones en caso de rotura.
- Abra los reactores siempre dentro de la vitrina con la guillotina bajada al máximo y la extracción conectada.
- Utilice protección ocular mientras permanezca en el interior del laboratorio.

E Pis requeridos:

- Gafas o pantalla de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
100 Proyección de fragmentos o partículas	Salpicaduras de líquidos en caso de trasvase, manipulación, etc.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Para evitar salpicaduras en los ojos es importante utilizar de forma obligatoria gafas de seguridad en el laboratorio. Todos los trabajadores deben llevar gafas de seguridad.
- Ante una salpicadura en los ojos use rápidamente el lavaojos, lávese durante 10 -15 minutos. Si se ha salpicado otras partes del cuerpo puede ser necesario el uso de la ducha de seguridad. Quítese la ropa que se haya mojado con el producto y lávese la parte del cuerpo que se haya visto afectada. No intente neutralizar el producto en sus ojos, acuda al médico lo más rápidamente posible, lleve la etiqueta y la ficha de datos de seguridad si la tiene.
- Durante los trasvases de líquidos utilice siempre protección ocular.
- Cuando tenga que rascar el fondo del matraz para recuperar algún producto hágalo siempre dentro de la vitrina con la guillotina lo más bajo posible para poder realizar el trabajo.
-

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Compruebe todos los meses el funcionamiento del lavaojos, acciónelo y compruebe que funciona correctamente..

E Pis requeridos:

- Gafas o pantalla de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
150 Contactos térmicos	Manipulación de productos o materiales calientes o muy fríos; uso de baños termostáticos, mecheros, calderines, etc. Utilización de refrigerantes, hielo, hielo seco.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Tenga en cuenta siempre la temperatura de la reacción. Esta puede deberse al sistema de calentamiento o enfriamiento utilizado, o a la exotermia de la propia reacción. No coja nunca un reactor o un componente del montaje de reacción directamente con la mano si no está seguro de su temperatura.
- Utilice guantes aislantes para manipular reactores calientes, aunque preferiblemente se dejará enfriar antes de realizar cualquier manipulación.

E Pis requeridos:

- Pantalla facial.
- Guantes contra las agresiones de origen térmico
- Guantes criogénicos impermeables.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
170 Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	Trabajos en presencia de agentes químicos. Derrames y/o vertidos accidentales de productos químicos.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- No pipetee con la boca, utilice medios auxiliares (tetinas, pipeteadores electrónicos, aspiradores,...).
- Si detecta irritación en los ojos debe evitar llevar lentes de contacto. Utilice gafas de

seguridad cerradas. En lugar de lentillas es preferible usar de gafas de seguridad, graduadas o cubre gafas que permitan llevar las gafas graduadas debajo de ellas.

- En case de un derrame o vertido de pequeño tamaño accione las extracciones de las vitrinas de gases al máximo levantando la guillotina a la mitad, al mismo tiempo abra las puertas y/o las ventanas si las hubiera. A continuación proceda a recoger el vertido tal y como indica la ficha de datos de seguridad del producto. Si no dispusiera del adsorbente indicado puede papel de filtro. Si el derrame fuese grande cíñase a lo indicado en el plan de emergencia del centro.

troles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Se dispone de sistemas de aspiración (tetina, aspirador, pipeteador, aspirador para pipetas, etc.) para el llenado de pipetas.
- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos peligrosos.
- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » El transporte de productos químicos se hace mediante medios seguros (carros, bandejas, cajas acolchadas), que faciliten su transporte de modo seguro.

EPis requeridos:

- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones.
- Guantes contra las agresiones químicas.
- Mediamascara con filtros para gases, vapores y partículas.
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
180 Contacto con sustancias peligrosas	Contacto con sustancias de diverso tipo: sustancias corrosivas, inflamables, comburentes, nocivas, tóxicas...durante las tareas de síntesis.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- En caso de grandes salpicaduras emplee la ducha de seguridad; quítese la ropa y objetos previsiblemente mojados por el producto. En caso de salpicaduras más reducidas retire inmediatamente la ropa manchada y lave con agua abundante la parte del cuerpo afectada. No intente neutralizar el producto en sus ojos, lave con agua

durante varios minutos y acuda al médico lo más rápidamente posible con la etiqueta o ficha de seguridad del producto.

- No lleve los tubos de ensayo en los bolsillos, utilice gradillas para guardarlos. Para sujetar el material de laboratorio que lo requiera (matraces, buretas, etc.) deben emplearse soportes adecuados.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos peligrosos.
- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » El transporte de productos químicos se hace mediante medios seguros (carros, bandejas, cajas acolchadas), que faciliten su transporte de modo seguro.

E Pis requeridos:

- Calzado de seguridad
- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones químicas
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
200 Explosiones	Por reacciones violentas mal controladas, excesos de presión en sistemas cerrados, etc...	B	ED	Moderado
211 Incendios. Factores de Inicio	Causados por contacto de los disolventes y reactivos empleados con fuentes de ignición, o autoignición por alcanzar temperaturas demasiado altas, o por reacciones descontroladas,...	B	ED	Moderado

Nota: Se incluyen las medidas preventivas conjuntamente debido a que sus causas son similares.

Medidas preventivas:

- Los trabajadores de nueva incorporación debe recibir formación antes de acceder a los laboratorios. Se les informará y formará sobre las medidas de prevención, los procedimientos de trabajo, las medidas de actuación en caso de emergencia, los

productos e especial peligrosidad, etc. Durante un tiempo trabajarán bajo la supervisión del responsable de laboratorio, que decidirá en que momento el trabajador está preparado para trabajar sin supervisión.

- Siga las instrucciones de las Hojas de Formulación interna, no improvise ni pretenda acelerar las reacciones elevando la presión o la temperatura por encima de lo establecido en la instrucción de trabajo.
- Evite trabajar en el laboratorio fuera del horario habitual, especialmente por la noche o realizando reacciones peligrosas. En caso de necesidad deberán permanecer en el centro al menos tres personas, dos realizando la operación mientras que la otra permanecerá fuera del laboratorio en el que se esté realizando y conocerá los procedimientos de actuación en caso de emergencia.
- Al iniciar la jornada compruebe el estado de las instalaciones.
- Evite alargaderas eléctricas. Evite utilizar conducciones de gases a presión que no estén adecuadas (como tubos de silicona de uso alimenticio) a modo de prolongador.
- No deben emplearse frigoríficos de tipo doméstico para el almacenamiento de productos químicos.
- Evite utilizar llama abierta en los laboratorios de síntesis orgánica, no se pueden usar mecheros para calentar.
- Antes de hacer un montaje de reacción, compruebe el estado de todas las piezas, desechando aquellas que presenten defectos (por pequeños que sean se deben desechar), utilice grasa de silicona y pinzas de fijación adecuadas al tamaño de las bocas de unión. Si algún elemento de vidrio sufre un golpe fuerte, deséchelo aunque no aprecie daños.
- Para realizar reacciones a presión elevada se emplearan reactores especiales adaptados a dichas presiones. Estarán dotados de al menos dos bocas, en una de las cuales llevarán una válvula o un disco de ruptura ajustado a una presión inferior a la máxima indicada por el fabricante. En el caso de utilizar reactores de vidrio, estos irán envueltos por una carcasa capaz de contener la explosión en caso de que sucediese.
- Efectúe los montajes para las diferentes operaciones (reflujos, destilaciones ambientales y al vacío, reacciones con adición y agitación, endo y exotérmicas, etc.) con especial cuidado, evitando que queden tensionados, empleando soportes y abrazaderas adecuados y fijando todas las piezas según la función a realizar; introduzca de forma progresiva y lentamente los matraces de vidrio en los baños calientes; utilice aire comprimido a presiones bajas (0,1 bar) para secar los matraces;

evite que las piezas queden atascadas colocando una capa fina de grasa de silicona entre las superficies de vidrio (si es posible y no es incompatible con la reacción) y utilizando siempre que sea posible tapones de plástico; para el desatascado de piezas deben utilizarse guantes gruesos y protección facial o bien realizar la operación bajo campana con pantalla protectora. Si el recipiente a manipular contiene líquido, debe llevarse a cabo la apertura sobre un contenedor de material compatible, y si se trata de líquidos de punto de ebullición inferior a la temperatura ambiente, debe enfriarse el recipiente antes de realizar la operación.

- La peligrosidad de las reacciones químicas se puede evaluar a partir de los grupos químicos de las moléculas que intervienen, haciendo un balance de oxígeno para conocer el comportamiento de un compuesto durante su oxidación o a partir de los datos termodinámicos conocidos o medidos de los elementos, grupos químicos o moléculas que constituyen los productos o reactivos. De una manera general, todas las reacciones exotérmicas están catalogadas como peligrosas ya que pueden ser incontrolables en ciertas condiciones y dar lugar a derrames, emisión brusca de vapores o gases tóxicos o inflamables o provocar la explosión de un recipiente. Para controlar estos riesgos cuando se trabaja a una temperatura a la que las sustancias reaccionan inmediatamente, es recomendable controlar la reacción adicionando los reactivos en pequeñas cantidades. También es recomendable emplear un termostato para controlar y no sobrepasar la temperatura indicada. Si la reacción es muy peligrosa, se emplean en ella cantidades importantes de producto (nivel planta piloto) o bien requiere un control muy ajustado de la temperatura, los termostatos se colocan en cascada para reforzar la seguridad. En todo caso debe existir un protocolo de actuación para el caso de pérdida del control de la reacción. Otros tipos de reacciones consideradas peligrosas son las siguientes:

Compuestos que reaccionan violentamente con el agua.

Compuestos que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno (inflamación espontánea).

Sustancias incompatibles de elevada afinidad.

Reacciones peligrosas de los ácidos.

Formación de peróxidos y sustancias fácilmente peroxidables.

Reacciones de polimerización. - Reacciones de descomposición. [16]

- Riesgos en la destilación de éteres:

Los éteres, por envejecimiento a lo largo de su almacenamiento así como por acción de la luz, se oxidan a peróxidos explosivos. La oxidación de un éter recientemente destilado puede ser rápida (tres días para el tetrahidrofurano, una semana para el éter etílico). En el transcurso de una destilación de un éter peroxidado, el peróxido menos volátil se concentra y la explosión se produce cuando sólo queda el peróxido en el recipiente. Éste es un accidente descrito muy corrientemente. También hay que destacar que el éter isopropílico es aún más peligrosos que el éter etílico. Para el control del riesgo, antes de destilación de un éter es conveniente realizar una prueba para detectar la presencia de peróxido (con yoduro de potasio o tiocianato ferroso). Para eliminar el peróxido existen diferentes métodos dentro de los cuales se elegirá el más apropiado. Después de la operación se volverá a realizar la prueba de peróxidos para verificar la desaparición del mismo. La adición de un inhibidor a un producto recientemente obtenido puede ralentizar su peroxidación [16]

- Mezcla de productos o adición de un producto:

Puede tener lugar una reacción imprevista acompañada de un fenómeno peligroso (explosión, proyección). Para el control de este riesgo es recomendable disponer de un protocolo de actuación y de información sobre la identidad y peligrosidad de los productos que se manipulan. Por otro lado, cuando se trata de la adición de un reactivo, la velocidad debe de ser proporcionada a la reacción producida. Debe ser especialmente lenta si la reacción es exotérmica, provoca espuma, ocurre o puede ocurrir una polimerización rápida, etc. [16]

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Los ensayos se realizan conforme a las instrucciones operativas específicas elaboradas.
- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos peligrosos.
- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos peligrosos.
- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » Hay procedimientos de trabajo para los procesos especialmente peligrosos y son

conocidos por los trabajadores.

- » Los recipientes que contienen productos químicos están correctamente etiquetados, distinguiéndolos fácilmente.
- » Las líneas de gases están correctamente etiquetadas.
- » Se utilizan correctamente los E Pis en los procesos en los que es necesario, están accesibles, limpios, en condiciones de uso en recipientes herméticos y no están caducados.

E Pis requeridos:

- Calzado de seguridad
- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones de origen térmico
- Guantes contra las agresiones químicas
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.
- Mediamascara con filtros para gases, vapores y partículas.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
200 Explosiones	Formación de atmósferas explosivas por acumulación de gases o vapores inflamables por mal funcionamiento de los sistemas de extracción y/o evaporación excesiva de disolvente, gases, etc.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Solo se trabajará con hidrógeno cuando se tenga experiencia con el sistema de suministro. Se debe abrir progresivamente, evitando caudales altos. Se usará algún sistema de regulación que impida un aporte excesivo de hidrógeno en la sala. Se seguirán a las instrucciones establecidas en procedimiento interno en el caso de realizar hidrogenaciones a alta presión (ver anexo).
- Para trabajar con botellas de gases en el laboratorio se seguirá lo establecido en el procedimiento interno (ver anexos).
- Las líneas de gas que entran a los laboratorios dispondrán de una doble regulación de la presión, de modo que la presión de entrada a los laboratorios esté entre 1,5 y 2 atmósferas de presión. Esta presión solo podrá ser modificada por el personal de mantenimiento.

- Trabaje siempre en las vitrinas con extracción. En éstas debe comprobar el funcionamiento del ventilador, su estado general y que no se conviertan en un almacén improvisado de productos químicos.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Las instalaciones (eléctrica, agua, ventilación, gas, protección contra incendios) se encuentran en buen estado aparente.
- » El material de vidrio es el adecuado (tipo pyrex), y se presenta en buen estado (sin fisuras, grietas, etc.)
- » Los ensayos se realizan conforme a las instrucciones operativas específicas elaboradas.
- » Los sistemas de extracción de las vitrinas, los sistemas de extracción localizada sobre rotavapores y la ventilación general funcionan correctamente. No hay sobrepresiones que puedan alterar su funcionamiento.
- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos peligrosos.
- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » Hay procedimientos de trabajo para los procesos especialmente peligrosos y son conocidos por los trabajadores.
- » Las líneas de gas que entran en los laboratorios estarán correctamente señalizadas, identificando el gas que contienen.
- » Los locales se mantienen en condiciones óptimas de orden y limpieza.

E Pis requeridos:

- Calzado de seguridad
- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones de origen térmico
- Guantes contra las agresiones químicas
- Ropa de protección contra las agresiones químicas
- Mediamascara con filtros para gases, vapores y partículas

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
211 Incendios. Factores de inicio.	Posibles incendios, explosiones, reacciones químicas peligrosas, etc., producidas durante la manipulación de agentes químicos, debido a las condiciones del entorno, de la manipulación, etc. o condiciones intrínsecas del producto.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- No realice trasvases de gran volumen si no está autorizado, solo puede hacerse en el almacén exterior junto a un recurso preventivo y usando las bombas neumáticas de membrana accionadas por aire comprimido, aptas para su uso con líquidos inflamables y en presencia de atmósferas explosivas. Deben estar conectadas a tierra para evitar la formación de cargas electrostáticas al trasvasar líquidos no conductores como diclorometano, heptano, hexano...
- Los trasvases en el laboratorio siempre deben hacerse dentro de la vitrina. Si el recipiente que se va a llenar es inestable se sujetará con una pinza y un pie universal (soporte de laboratorio).
- Siga las siguientes normas: use protección facial (pantalla) además de ocular (gafas), use guantes contra agresiones químicas y mediamáscara con filtros adecuados (al menos para vapores orgánicos, banda marrón y para partículas, banda blanca). En caso de usar máscara completa puede prescindir de la pantalla. Evite cualquier forma de chispas, recuerde que puede haber presencia de atmósferas explosivas.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Las instalaciones (eléctrica, agua, ventilación, gas, protección contra incendios) se encuentran en buen estado aparente.
- » Los ensayos se realizan conforme a las instrucciones operativas específicas elaboradas.
- » Los sistemas de extracción de las vitrinas, los sistemas de extracción localizada sobre rotavapores y la ventilación general funcionan correctamente. No hay sobrepresiones que puedan alterar su funcionamiento.
- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos peligrosos.

- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » Hay procedimientos de trabajo para los procesos especialmente peligrosos y son conocidos por los trabajadores.
- » Los trabajadores conocen los procedimientos de trabajo para los procesos que están llevando a cabo.

E Pis requeridos:

- Calzado de seguridad
- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones de origen térmico
- Guantes contra las agresiones químicas
- Ropa de protección contra las agresiones químicas
- Mediamascara con filtros para gases, vapores y partículas.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
230 Accidentes de tráfico	Posibilidad de accidentes de tráfico durante los desplazamientos realizados (vehículo de empresa, vehículo propio y/o transporte público)	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Organice sus desplazamientos con suficiente antelación. Evite horas punta de tráfico (consulte en la web dela DGT), planifique el tiempo teniendo en cuenta las paradas que debe realizar, zonas problemáticas de tráfico lento, condiciones meteorológicas, etc.
- En los desplazamientos al trabajo y de vuelta a casa: Procure utilizar, siempre que sea posible, medios públicos de transporte. Si puede modifique su hora de salida o de llegada para evitar desplazarse en las horas que hay más tráfico.
- Lleve correctamente el mantenimiento de su vehículo.
- Al circular con vehículos debe seguir estrictamente las normas de tráfico. Antes de iniciar la conducción asegures de que el vehículo está en perfectas condiciones de uso. Regule asiento y espejos antes de iniciar la marcha. Si va a usar GPS prográmelo

antes de empezar a circular, durante la conducción debe evitar manipularlo.

- Adopte una postura adecuada de conducción, procure llevar la espalda recta y los brazos estirados.

Pare cada 2 horas de conducción continua; en caso de necesidad de parar en el arcén, sitúe el vehículo lo más alejado de la vía de circulación, no salga del vehículo sin el chaleco reflectante y señalice el vehículo según las normas reglamentarias. Si se está medicando, consulte al médico o al farmacéutico sobre los posibles efectos secundarios que puedan afectar en la conducción.

No fume cuando esté repostando; está prohibido el uso del móvil en gasolineras y durante la conducción, así como cualquier otro aparato que le pueda distraer (GPS); debe mantener el coche en perfecto estado, realice un mantenimiento preventivo y pase todas las revisiones obligatorias; adecue su conducción a las condiciones meteorológicas y del tráfico; mantener el orden y la limpieza en el vehículo y no llevar cargas que puedan entorpecer la circulación.

- En el caso de desplazarse en motocicleta, se seguirán adicionalmente la siguientes instrucciones: El casco es obligatorio; ropa adecuada a las condiciones y resistente; llevar a cabo el mantenimiento correctamente, circular respetando el tráfico, evitar los adelantamientos entre coches sin respetar las normas de seguridad y las distancias. Esté atento al tráfico, piense que es mucho más frágil cuando circula en motocicleta.
- Si utiliza bicicleta en sus desplazamientos diarios recuerde: Use el carril bici preferentemente, lleve casco en vías interurbana, siendo recomendable su uso en vías urbanas. Por la noche es obligatorio el uso de luz amarilla o blanca en la parte frontal y roja en la trasera. Si hay más de un carril circulará siempre por el de la derecha. Indique con antelación cualquier maniobra que vaya a realizar. Respete las señales. Compruebe el estado de su bicicleta antes de salir: timbre, frenos, ruedas y luces.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Trabajo con productos químicos de diferente tipo. Presencia de agentes químicos que pueden actuar por inhalación, ingestión o asimilación por vía dérmica de dichos agentes.	B	ED	Moderado*

*Nota: La exposición a contaminantes químicos se ha valorado mediante el correspondiente estudio que se incluye en el punto 4.5.2. En este estudio se han detectado niveles muy bajos de contaminantes que podrían llevar a valorar el riesgo higiénico como tolerable. Sin embargo una exposición accidental a algunos contaminantes puede tener consecuencias nefastas para el trabajador, por lo que si bien la probabilidad de que ocurra el accidente es baja, las consecuencias pueden ser extremadamente dañinas. Este hecho lleva a valorar el riesgo como moderado aun cuando se considere controlado. A continuación se incluye una serie de medidas dirigidas a prevenir y reducir las exposiciones a contaminantes que puedan ocurrir en el laboratorio.

Medidas preventivas:

- Compruebe la HOJA DE FORMULACIÓN de la reacción que vaya a llevar a cabo, emplee las protecciones indicadas, compruebe además las Fichas de los productos que vaya a utilizar en la base de datos de la empresa, mediante la ficha puede identificar rápidamente aquellos de especial peligrosidad (Ver anexo).
- Preste especial atención a aquellos productos que estén clasificados como TÓXICOS, CANCERÍGENOS, MUTAGÉNICOS O SENSIBILIZANTES. Para trabajar con productos clasificados como cancerígenos o mutágenos deberá contar con la formación adecuada y autorización por escrito.
- Trabaje siempre que sea posible con vitrinas de extracción. En éstas debe comprobar el funcionamiento del ventilador, su estado general y que no se conviertan en un almacén improvisado de productos químicos.
- En caso de fallo de las extracciones de las vitrinas, se anularán, prohibiendo trabajar en ellas. Además se evitará evaporar grandes cantidades de disolvente en vasos abiertos, para ello se utilizarán los rotavapores, condensando el disolvente sobrante para su posterior reutilización o desecho.
- Evite trasladar productos químicos por el laboratorio de una vitrina a otra en envases abiertos. Lleve siempre en el bolsillo un tapón limpio para el matraz, cubra cualquier envase aunque lleve sólidos para evitar su dispersión por el ambiente del laboratorio. Sea previsor y tenga a mano tapones, tapaderas, etc... antes de realizar la recuperación del producto ya sea del rotavapor o dentro de una vitrina. Cuando lleve un matraz al rotavapor (evaporador rotativo) llévelo siempre tapado y quite el tapón justo antes de colocarlo en la boca del rotavapor (*ver procedimiento de uso de rotavapor*) (*ver anexo*).
- Cuando finalice el trabajo que esté realizando (por ejemplo hay terminado de poner

una reacción y no necesite vigilarla), recoja los reactivos y materiales que no vaya a necesitar y guárdelos en el lugar destinado a ello. Si ha finalizado una reacción, recuerde apagar el agitador, cerrar el gas, el agua, etc., desconecte cualquier servicio que ya no necesite.

- No deje residuos en los fregaderos, no tire productos químicos por el desagüe, salvo que sean sustancias que se puedan desechar sin problemas. Mantenga el fregadero y las mesas de trabajo limpias, recoja los derrames con los adsorbentes adecuados.
- Sea muy escrupuloso con su higiene personal. Lávese las manos al salir del laboratorio, aunque haya usado guantes, y siempre tras el contacto con algún agente químico.
- Utilice bata, es recomendable usar ropa de trabajo bajo la bata y no llevar ropa de calle. La ropa de calle debe guardarse separada de la ropa de trabajo, en armarios independientes. Los trabajadores deben disponer de armarios dobles con los espacios interiores separados entre sí.
- Lleve la bata abrochada y el pelo recogido. Evite el uso del teléfono móvil o llevar adornos en el laboratorio, se pueden contaminar y podría llevarse a casa el producto tóxico. Además los elementos sueltos podrían engancharse con elementos móviles, como el rotavapor o el horno de bolas; o accidentalmente podrían tirar un matraz o una botella, y provocar un derrame de un producto químico.
- Nunca debe dejar objetos personales sobre las mesas de trabajo de laboratorio en las que se puedan emplear reactivos.
- No consuma alimentos en el laboratorio, hágalo en las zonas habilitadas al efecto (comedor), lávese bien las manos en los aseos que hay para acceder al comedor, evitando entrar con bata, guantes, etc.
- No utilice nunca envases de productos químicos como envase de bebidas o alimentos, así como nunca debe poner productos químicos en envases de alimentación.
- Al transportar reactivos por el centro de trabajo (simplemente transportarlos de un laboratorio a otro donde sean necesarios) pueden producirse accidentes que impliquen la rotura del envase y el consiguiente efecto, que puede ser desde la exposición de los trabajadores a una sustancia nociva a la explosión del producto. Debido a esta se deben tomar precauciones aunque el traslado se haga de una vitrina a otra dentro del laboratorio. Se evitan comportamientos imprudentes, se llevará tapado adecuadamente, se evitará llevar varios envases en la mano, en ese caso deben usarse bandejas o carros si la cantidad es muy alta. No entre al ascensor cuando introduzca el carro, suba o baje por la escalera.

- No deben emplearse frigoríficos de tipo doméstico para el almacenamiento de productos químicos ni guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos destinados a productos químicos.
- Elimine correctamente los residuos, deseche cada sustancia en su contenedor, compruébelo antes de desecharlo.
- Mantenga siempre los productos químicos debidamente etiquetados y evite reutilizar los envases para otros productos sin retirar la etiqueta original. Mantenga las cantidades de productos químicos en su puesto de trabajo al mínimo operativo, el resto deben permanecer convenientemente almacenados, en los lugares establecidos.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Los ensayos se realizan conforme a las instrucciones operativas específicas elaboradas.
- » Se dispone de sistemas de aspiración (tetina, aspirador, pipeteador, aspirador para pipetas, etc.) para el llenado de pipetas.
- » Los reactivos empleados en los distintos procesos están perfectamente identificados y correctamente etiquetados.
- » Los sistemas de extracción de las vitrinas, los sistemas de extracción localizada sobre rotavapores y la ventilación general funcionan correctamente. No hay sobrepresiones que puedan alterar su funcionamiento.
- » Hay un control del consumo de reactivos y de desechos. No se almacenan en los laboratorios, se controla la entrada y la salida del almacén principal.
- » El acceso a la zona de laboratorios está restringido a personal autorizado, se necesita tarjeta identificativa para acceder al interior.
- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos peligrosos.
- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » Los trabajadores conocen los procedimientos de trabajo para los procesos que están llevando a cabo.
- » Los agentes químicos peligrosos se utilizan en procesos cerrados y/o en el interior de vitrinas con adecuada extracción.
- » Los recipientes que contienen productos químicos están correctamente etiquetados, distinguiéndolos fácilmente.
- » Las líneas de gases están correctamente etiquetadas.

- » Los trabajadores no comen o beben en zonas que no estén habilitadas con ese fin, no se fuma en el centro de trabajo.
- » Se utilizan correctamente los E Pis en los procesos en los que es necesario, están accesibles, limpios, en condiciones de uso en recipientes herméticos y no están caducados.
- » Se dispone de viales, envases y tapones adecuados en zonas específicas de todos los laboratorio para su uso en caso de necesidad.
- » Se dispone de viales, envases y tapones adecuados en zonas específicas de todos los laboratorio para su uso en caso de necesidad.
- » Los locales se mantienen en condiciones óptimas de orden y limpieza.

E Pis requeridos:

- Calzado de seguridad
- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones químicas
- Bata/Ropa de protección contra las agresiones químicas
- Mediamascara con filtros para gases, vapores y partículas
- Máscara completa con filtros para gases, vapores y partículas.
- Ropa de protección contra las agresiones químicas. EN 6530

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Trabajo con productos químicos de distinto tipo. Presencia de agentes químicos que pueden suponer la inhalación, ingestión o asimilación por vía dérmica de dichos agentes.	B	ED	Moderado*

* Nota: La valoración del riesgo se plantea del mismo modo que con la causa anterior pese a los resultados de la evaluación específica, más aun cuando se trate de manipular agentes cancerígenos o mutágenos.

Medidas preventivas:

- . Para trabajar con productos clasificados como cancerígenos o mutágenos deberá contar con la formación adecuada y autorización por escrito. Solo podrá hacerlo en las zonas de laboratorio (vitrinas señalizadas y rotavapores en vitrina). Utilice siempre los

medios de protección indicados en la Hoja de formulación correspondiente a la tarea que vaya a realizar, compruebe las fichas de los productos que vaya a utilizar, no improvise. Mediante la ficha puede identificar rápidamente aquellos de especial peligrosidad (recuadro rojo) (Ver anexo).

- Acceda a las zonas donde se manipulen agentes cancerígenos o mutágenos (o sensibilizantes) únicamente si está autorizado para ello. Evite la exposición innecesaria (permanezca en la zona únicamente durante la realización de las tareas que lo precisen). **EMPLEE SIEMPRE LOS EPIs NECESARIOS E INDICADOS EN LA HOJA DE FORMULACIÓN INTERNA**
- Compruebe los materiales antes de utilizarlos, utilice solo los elementos que presente buen estado.
- Cualquier actividad que conlleve la manipulación de este tipo de sustancias, ha de hacerse procurando reducir la dispersión de estas en el ambiente. Guárdelas y téngalas en recipientes cerrados, a ser posible herméticos, y correctamente señalizados. Realice las reacciones con sistemas cerrados dentro de una vitrina.
- Cuando exista presencia de agentes **CANCERÍGENOS** o **MUTÁGENOS** (Identificados en su FDS u Hoja de Formulación Interna) se deberán aplicar los procedimientos y métodos de trabajo más adecuados (que eviten cualquier exposición por pequeña que sea, dado el carácter de dosis-probabilidad de efecto) en función de la sustancia a manipular. Para ello la empresa a través del departamento técnico y con la ayuda de las hojas de datos de seguridad del fabricante, confeccionaran dichos procedimientos. Igualmente se aplicarán los procedimientos indicados a **SENSIBILIZANTES**.
- En caso de ser necesaria la manipulación de agentes **CANCERÍGENOS** o **MUTÁGENOS**, se evitará tocarlos directamente con las manos, ni con guantes impermeables certificados como equipos de protección individual, para limitar la contaminación transversal impidiendo su dispersión sobre otros materiales o elementos que también sean objeto de manipulación directa. Evite todo lo posible el contacto con agentes cancerígenos o mutágenos. Haga uso de los utensilios que se le proporcione para ello.
- Se empleará ropa de trabajo desechable y equipo de protección respiratoria frente a vapores orgánicos conforme a la FDS del producto químico.
- Al salir de la zona de trabajo, quítese las ropas de trabajo y los EPIs que puedan estar contaminados con agentes cancerígenos o mutágenos. Limpie, descontamine y compruebe el buen funcionamiento de los EPIs (siguiendo las indicaciones del fabricante); y guárdelos en el lugar previsto para ellos.

- Está prohibido llevarse a casa la ropa de trabajo contaminada. Ésta debe dejarse en el trabajo para que la empresa la gestione como residuos o la descontamine.
- Elimine correctamente los residuos, deseche cada sustancia en su contenedor, compruébelo antes de desecharlo.
- Mantenga los reactivos en su envase original, evite reutilizarlos para productos diferentes. La etiqueta debe estar en buen estado. Solo debe tener las cantidades necesarias para los procesos que debe utilizar, no tenga más de un envase de cada reactivo salvo que necesite una cantidad elevada.
- Aquellas operaciones habituales con un riesgo elevado disponen de procedimientos, sígalos y pregunte a su superior si tiene alguna duda. Siga estrictamente los procedimientos específicos.
- Use los E Pis indicados en las hojas de formulación y en las fichas de los productos. Lleve la bata abrochada y el pelo recogido. Evite el uso del teléfono móvil o llevar adornos en el laboratorio, se pueden contaminar y podría llevarse a casa el producto tóxico. Además los elementos sueltos podrían engancharse con elementos móviles, como el rotavapor o el horno de bolas; o accidentalmente podrían tirar un matraz o una botella, y provocar un derrame de un producto químico. Nunca debe dejar objetos personales sobre las mesas de trabajo de laboratorio en las que se puedan emplear reactivos.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Los productos cancerígenos, mutágenos o sensibilizantes se utilizan en procesos cerrado en el interior de vitrinas con extracción adecuada (incluso usando rotavapores).
- » Se lleva el control de las cantidades de sustancias o preparados cancerígenos o mutágenos utilizados, fabricados o desechados.
- » Se dispone de un plan de emergencias que incluya procedimientos de actuación específicas ante situaciones accidentales que impliquen productos químicos cancerígenos o mutagénicos.
- » Los trabajadores conocen el plan de emergencias y se hacen simulacros periódicamente (cada seis meses).
- » Los trabajadores conocen los procedimientos de trabajo para los procesos que están llevando a cabo.
- » Las instalaciones sanitarias para el personal expuesto (locales de aseo, taquillas, etc.) son suficientes y están en buen estado.

- » Los elementos del proceso cerrado (vitrinas, sistemas de extracción, sistemas de reactores, etc...) se encuentran en buen estado aparente, no permitiendo la fuga de los productos cancerígenos o mutagénicos o sensibilizantes.

E Pis requeridos:

- Guantes contra las agresiones químicas. EN 374
- Máscara completa con filtros para gases, vapores y partículas (verifique siempre con el servicio de prevención de riesgos laborales que los filtros utilizados son adecuados al riesgo).
- Ropa de protección contra las agresiones químicas. EN 6530

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
410 Carga física. Posición	Adopción prolongada de posturas inadecuadas o posturas estáticas mantenidas en el tiempo durante los trabajos realizados en el laboratorio, trabajos con ordenador, reuniones, etc...	B	LD	Trivial

Medidas preventivas:

- Establezca pausas durante la realización de tareas que impliquen un alto grado de concentración.
- Evite permanecer mucho tiempo en una postura estática mantenida, cambie de tarea, procure alternar tareas que impliquen estar sentado y de pie, alterne tareas que requieran concentración con tareas menos exigentes. No permanezca sentado o de pie sin desplazarse durante mucho tiempo seguido. Evite trabajar con los brazos por encima del hombro, utilice elevadores o baje el nivel de la tarea. Realice pausas frecuentes.
- Cuando deba trabajar durante mucho tiempo en la mesa de trabajo utilice las sillas y taburetes disponibles. Alterne las posturas de pie y sentado. En la medida de lo posible alterne tareas con distintos requerimientos físicos, evite mantener posturas forzadas o estáticas, y establezca pausas si aquéllas deben mantenerse en el tiempo. Realice pausas cortas y frecuentes para variar de posición a lo largo de la jornada y para relajar la vista y variar la distancia de enfoque (mirar a lo lejos). Durante estas pausas se recomienda la realización de ejercicios de relajación de la espalda y el cuello.

- Manténgase siempre frente al plano de trabajo y ajuste correctamente la altura de su asiento. Coloque en su zona de alcance los objetos o herramientas que necesita con más frecuencia, evitando al mismo tiempo un exceso de materiales sobre el plano de trabajo.



4.5.3.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Utilización de máquinas y herramientas en general.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
090 Golpes/ cortes por objetos o herramientas	Contacto accidental con el filo o la punta del útil de corte (cúter), durante su utilización.	M	LD	Tolerable

Medidas preventivas:

- Antes de su uso, verifique que el útil está libre de sustancias deslizantes; en caso contrario proceda a limpiarlo y secarlo correctamente.
- Después de su uso, deposite los útiles de corte en los lugares previstos a tal efecto, colocándolos dentro de sus fundas o estuches, siempre que se disponga de éstos.
- Extreme las precauciones durante el empleo de útiles de corte, realizando un adecuado agarre de los objetos o materiales a cortar, sujetando éstos a una distancia adecuada del punto de corte para evitar sufrir cortes accidentales
- No emplee este tipo de útiles para otros usos distintos a aquellos para los que han sido concebidos.
- No transporte este tipo de útiles en los bolsillos ya que podrían clavarse accidentalmente en caso de golpe o caída.
- Utilice únicamente aquellos útiles de corte que se encuentren en perfecto estado, desechando aquellos que se encuentren mellados, deficientemente afilados y/o cuyo mango se encuentre en mal estado, etc.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
100 Proyección de fragmentos o partículas	Proyección de partes de la herramienta de corte en caso de rotura de la misma.	M	LD	Tolerable

Medidas preventivas:

- Durante el manejo de útiles de hoja extraíble y ranurada (cúter) extraiga, únicamente, la primera sección de misma para realizar el corte; cuando dicha sección se encuentre desgastada separe ésta del resto de la hoja empleando, para ello, una herramienta adecuada (ej.: alicates); en ningún caso presione la hoja contra una superficie para separar dicha sección, ya que ello provocará la proyección de la misma

E Pis requeridos:

- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones mecánicas.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
160 Contactos eléctricos	Posibles defectos de conservación o eventual mal uso de equipos eléctricos.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Respetar las normas de seguridad básicas en el uso de equipos eléctricos:
- Antes de utilizar cualquier equipo eléctrico se debe revisar su estado y el de sus conexiones y, particularmente, comprobar que conductores y partes activas estén bien aislados. Si se detecta cualquier anomalía, se comunicará de inmediato al responsable para su reparación.
- Las conexiones eléctricas se harán mediante enchufes y tomas normalizadas que sean compatibles y aseguren una buena conexión. No se utilizarán bases de enchufe o 'ladrones' que no permitan la conexión a tierra de los equipos.
- Cuando sea necesario utilizar alargaderas o bases de enchufe múltiples, asegurarse de que pueden soportar la potencia de los equipos conectados a ellas. Si estos elementos se sobrecargan, se pueden deteriorar o incluso quemar sus aislamientos.
- Para desconectar un equipo de la toma de corriente, tirar de la clavija, nunca del cable.

• **Estufas de secado - Muflas.**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Emisión de vapores nocivos en prueba de cenizas	M	LD	Tolerable

Medidas preventivas:

- Cuando se realice la prueba de cenizas se utilizarán muflas ubicadas en el interior de una vitrina o se acoplará sistema de extracción a la salida de humos de la mufla.
- Las estufas de secado no se utilizarán para evaporar compuestos orgánicos volátiles, se utilizarán para evaporar agua.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
150 Contactos térmicos	Superficies calientes.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Verificar la temperatura de la estufa antes de retirar los objetos que hay en su interior. Utilizar guantes de protección ante el calor. Si las piezas están muy calientes se retirarán con pinzas preparadas con ese fin.
- La mufla puede alcanzar temperaturas muy altas, superiores a los 1000°C. Para retirar el crisol de su interior se utilizarán siempre pinzas, nunca se cogerán directamente con la mano aun llevando guantes de protección. Se utilizará pantalla de protección y calzado de seguridad, ante la previsión de roturas y caída de objetos muy calientes a los pies.

E Pis requeridos:

- Calzado de seguridad
- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones de origen térmico

• **Hidrogenador**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
200 Explosiones	Posible formación de atmósfera explosiva.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Cuando se trabaje con hidrógeno a presión atmosférica se hará siempre dentro de vitrina con la extracción al máximo, de modo que el hidrógeno que vaya saliendo del reactor sea eliminado rápidamente mediante la extracción de modo que nunca alcance una cantidad peligrosa. Se trabajará con bajo caudal, de modo que apenas se produzca un burbujeo en el matraz.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Correcto funcionamiento de la extracción de la vitrina.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
200 Explosiones	Sobrepresión del reactor	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- En el caso de hidrogenación a alta presión el trabajador que lo utilice deberá recibir previamente formación en el *procedimiento de hidrogenación a alta presión* y deberá seguir fielmente el procedimiento para preparar el sistema.
- El proceso de carga de hidrógeno a alta presión será realizado por el jefe de mantenimiento de laboratorio, en caso de ausencia del mismo, la carga será realizada por el responsable del laboratorio donde se necesite realizar la reacción de hidrogenación.
- Durante el proceso de llenado estará presente adicionalmente un recurso preventivo que supervisará el cumplimiento del procedimiento de carga.
- El reactor siempre irá equipado con una válvula de seguridad, disco de ruptura o similar, tarado por debajo de la presión máxima de funcionamiento del reactor.

• **Horno de bolas**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
110 Atrapamiento por o entre objetos	Atrapamiento por las piezas giratorias del horno de bolas.	B	ED	Tolerable

Medidas preventivas:

- Evite llevar el pelo suelto, cadenas, etc cuando ponga en marcha el horno de bolas, existe el riesgo de atrapamiento con las piezas móviles.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Correcto funcionamiento de la parada de emergencia.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
211 Incendios. Factores de Inicio.	No respetar las normas de seguridad durante el manejo de productos inflamables	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Recuerde que está prohibido realizar cualquier tarea que pueda suponer la generación de llamas o chispas en las proximidades del horno.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
150 Contactos térmicos	Contacto con piezas o zonas calientes del horno	M	LD	Tolerable

Medidas preventivas:

- Deje enfriar el horno antes de retirar el matraz con el destilado. Rompa el vacío lentamente y quite la bola sujetándola con un guante.
- No utilice el horno en caso de presentar desperfectos en la cubierta de vidrio.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Correcto estado de la cobertura de vidrio del tubo del horno.

E Pis requeridos:

- Guantes contra las agresiones de origen térmico.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	No respetar las normas de higiene durante las tareas en el horno	B	LD	Tolerable

Medidas preventivas:

- Debe garantizar una adecuada ventilación de la zona de trabajo. Mantenga activado en todo momento el sistema de ventilación general de la zona del horno.
- Durante todos los trabajos realizados en el horno deberá utilizar guantes de protección. En aquellas tareas que puedan desprenderse restos de contaminantes químicos, deberá utilizar protección de las vías respiratorias.
- Lávese las manos y la cara al comenzar y al terminar el trabajo.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Correcto estado de la cobertura de vidrio del tubo del horno.

E Pis requeridos:

- Guantes contra las agresiones de origen térmico
- Mascarilla con filtros para gases y vapores
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.

• **Lámpara ultravioleta**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
110 Atrapamientos por o entre objetos	Al situar las manos en la zona de cierre de la pantalla.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Cierre la tapa de la insoladora con precaución. Preste atención al estado del sistema de cierre para evitar bajadas bruscas de la tapa.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Sistema de bajada de la tapa, se cierra suavemente.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
370 Exposición a radiaciones no ionizantes	Proceso de insolación mediante tubos de rayos ultravioleta	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Cierre la pantalla de protección previamente a poner en funcionamiento la lámpara de insolado. Durante el proceso no abra la pantalla sin apagar previamente la lámpara.
- No anule los dispositivos de seguridad del equipo que impiden la conexión de la lámpara con la tapa abierta.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Correcto funcionamiento de la parada de emergencia.
- » Correcto funcionamiento de los resguardos de protección de la zona de insolación.
- » Correcto sistema de enclavamiento y bloqueo de la pantalla inactiva

• **Reactores**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
150 Contactos Térmicos	Contacto térmico con el reactor.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- No abra reactores calientes, compruebe la temperatura de estos y de los conductos unidos al mismo antes de realizar su apertura.

E Pis requeridos:

- Guantes contra las agresiones de origen térmico.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
200 Explosiones	Aumento de la presión del reactor.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Todos los reactores que se utilicen en procedimientos donde se pueda producir presión elevada llevarán válvulas de seguridad y discos de ruptura, en caso de duda se consultará con el proveedor la presión máxima de trabajo, utilizando tapones con válvulas de seguridad ajustados por debajo de esa presión.
- Cuando se realicen reacciones en las que se pueda producir un aumento de presión y/o una explosión, se colocará una pantalla de metacrilato frente al reactor, para que en caso de explosión de este la energía se dirigirá hacia la parte posterior de la vitrina.
- Cuando ocurra una explosión, la pantalla de metacrilato se desechará, colocando una pantalla nueva.
- Para trabajar a presiones superiores a la atmosférica se utilizarán reactores de acero, o si son de vidrio se protegerán con una camisa que contenga la explosión en caso de producirse esta.
- No se utilizarán reactores que presenten daños aunque sean leves

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » El estado de los reactores e correcto, no presentan grietas o deformaciones.
- » Las pantallas de protección de los reactores están en correcto estado.

E Pis requeridos:

- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones químicas
- Bata/Ropa de protección contra las agresiones químicas
- Mediamascara con filtros para gases, vapores y partículas

• **Rotavapor – Evaporador rotativo**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
100 Proyección de fragmentos o partículas	Cambios bruscos de presión	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Seguir el procedimiento interno de uso del rotavapor. El paso de vacío a presión atmosférica debe hacerse de manera gradual y lentamente.
- Debe esperarse el enfriamiento del balón que contenga la mezcla antes de eliminar el vacío. Este enfriamiento progresivo se puede lograr apartando la muestra del baño, mientras se mantiene la rotación del balón.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
110 Atrapamientos por o entre objetos	Atrapamiento con parte móvil del rotavapor.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Cumplir con las normas internas de mantenimiento, limpieza y utilización del rotavapor establecidas por el fabricante. No acceder nunca a las partes móviles con el rotavapor en funcionamiento.
- Evitar manipular el rotavapor con este en funcionamiento (por ejemplo para subir el matraz y sacarlo del baño) llevando el pelo largo, mangas sueltas o cualquier otro objeto susceptible de sufrir un atrapamiento.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
200 Explosiones	Formación de compuestos explosivos durante la destilación/evaporación. Rotura de la bola de destilación.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Si existe la posibilidad de que se formen productos inestables (por ejemplo peróxidos al evaporar éteres) no se llevará la mezcla a sequedad, pues estos son menos volátiles y se concentran en el matraz que pretendemos secar, dando lugar a una posible explosión.
- Utilizar recipientes de vidrio especiales capaces de soportar el vacío (paredes gruesas o formas esféricas) e instalar el aparato en un lugar donde no haya riesgo de que sufra un choque mecánico.
- Seguir el procedimiento interno de uso del rotavapor, consultar temperaturas y presiones adecuadas para la evaporación de disolventes.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Uso incorrecto del equipo	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Seguir el procedimiento de trabajo para la colocación y separación de los matraces de destilación de los rotavapores. Tanto al colocarlo como al quitarlos, se colocarán junto a la boca del balón la extracción móvil de que disponen. Al quitar el matraz se le colocará un tapón inmediatamente, y se dejará la extracción junto a la boca del rotavapor durante unos minutos.
- Cuando se quite el balón del rotavapor, se tapaná inmediatamente para evitar exposiciones innecesarias. Cuando se trabaje con sustancias cancerígenas, mutágenas o muy tóxicas se utilizarán los rotavapores ubicados en las vitrinas.
- Los balones no deben llenarse excesivamente y debe evitarse un sobrecalentamiento de la mezcla tratada por evaporación. Si existe la posibilidad de que se formen productos inestables (por ejemplo peróxidos) no se llevará la mezcla a sequedad.
- Para evitar que los vapores eliminados deterioren la bomba de vacío o bien contaminen el agua en caso de emplear trompas de agua se puede colocar una trampa refrigerada.

• **Termodesinfectadoras – Lavado de vidrio**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
150 Contactos térmicos	Posible existencia de tubos y material de vidrio a temperatura elevada.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Evite retirar el material antes de que finalice el ciclo de secado y el material de vidrio esté seco. Se dejará enfriar la bandeja con los elementos de vidrio antes de retirarla

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
180 Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas.	Contactos con lavavajillas y productos que se utilicen en la línea	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- No abra la puerta del equipo con este en marcha.
- No toque los productos de limpieza directamente con la mano, utilice guantes.

• **Vitrina de extracción de gases y vapores**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
030 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	Caída de la guillotina de la vitrina	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Si se detectan fallos en la guillotina de alguna vitrina, se señalará esta y no se utiliza mientras no se corrija el problema.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Mensualmente se comprobará el correcto funcionamiento de la guillotina de la

vitrina.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
211 Incendios. Factores de Inicio	Posibilidad de trabajo con agentes químicos inflamables en las vitrinas	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Debe conocer la ubicación correcta y el funcionamiento de los medios de extinción presentes en la zona.
- En el caso de que se produzca un incendio dentro de una vitrina, se apagará la extracción y se cerrará la guillotina antes de ir a buscar los medios de extinción adecuados.
- Nunca debe utilizarse una cabina cuando esté sonando alguna de sus alarmas.
- La instalación eléctrica de la vitrina debe ser antideflagrante, apta para su uso en presencia de atmósferas explosivas.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Trabajo con agentes químicos diversos	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- La vitrina de gases no se debe utilizar como almacén. Los reactivos y productos se tendrán en ella el tiempo imprescindible para llevar a cabo las operaciones que sean necesarios.
- Durante las operaciones dentro de la vitrina, para vitrinas de 120-150 cm de ancho, se recomienda una apertura de la guillotina de 60 cm de altura. Las campanas actuales pueden tener limitado automáticamente la altura de trabajo, pero es recomendable señalarlo para poder comprobar la altura de trabajo.
- Caudales mínimos recomendados:
Si se manipulan productos especialmente peligrosos clasificados como Cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción o muy tóxicos: la velocidad de captación en el frontal de la vitrina no será inferior a 0,6 m/s

En el caso de no manipular productos peligrosos se podrá reducirse a 0,4 m/s.

- Se debe reducir el número de objetos presentes en el interior de la cabina para no perjudicar el flujo de aire en la misma.
- Para mantener la eficacia de la vitrina se deben seguir las siguientes recomendaciones.

Moverse suavemente cuando se trabaje en la parte frontal de la cabina, los movimientos bruscos pueden perjudicar la eficacia de la extracción.

Los trabajos que generen contaminación deben situarse por lo menos 15 cm por detrás del plano de la guillotina.

Al realizar los montajes se debe evitar obstruir los deflectores. Tampoco se utilizará papel secante dentro de la cabina para retener los derrames, pues lo que hace es aumentar la superficie de evaporación en caso de derrame.

Cuando sea necesario utilizar equipos de protección individual: gafas, guantes, bata, etc... se seguirá lo establecido en la Ficha de Seguridad de los productos que se utilicen.

- Nunca debe utilizarse una cabina cuando esté sonando alguna de sus alarmas.
- Tras finalizar los trabajos dentro de la vitrina, los trabajadores deben dejarlas en condición segura, sin que pueda generar peligros para otros trabajadores.
- Se debe conocer la ubicación y el funcionamiento de los medios de protección colectiva situados en el entorno: duchas de emergencia, fuente lavajos, medios de extinción contra incendios, kits de derrames, vías de evacuación, etc

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » El estado general de orden y limpieza de la vitrina debe ser correcto.
- » No se utilizan para almacenar productos.
- » El sistema de bajado automático de la vitrina funciona correctamente.
- » El caudal se adapta automáticamente a la altura de la vitrina.

Controles periódicos. Comprobar anualmente:

- » Las cabinas de seguridad deben ser certificadas una vez al año por una entidad cualificada. Revisión visual de los elementos de la vitrina y del estado de conservación. Ensayo de velocidad y uniformidad del aire. [17] [18]

• **Liofilizador**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
050 Caída de objetos desprendidos	Caída del matraz durante el proceso de secado	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- La apertura de la válvula de vacío se hará progresivamente, y solo se soltará el matraz cuando se verifique que queda bien sujeto.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
150 Contacto térmico	Contacto con los circuitos de refrigeración.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- No manipule el sistema de refrigeración con las manos desnudas, no acceda a los serpentines de refrigeración.
- Si la liofilización se hace con trampas de Nitrógeno líquido, evite manipular los envases Dewart con las manos desnudas. Utilice guantes criogénicos y pantallas faciales.

E Pis requeridos:

- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes criogénicos.

.Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Durante el vaciado del depósito de residuo	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- El venteo de la línea de vacío utilizada descargará en una vitrina o en una línea de extracción.
- No se manipulará el contenido del depósito sin emplear protección respiratoria. Se dispondrá de un brazo de extracción próximo al equipo que se colocará próximo al depósito de residuo cuando se abra este.

• **Bomba de vacío**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Emisión de vapores o gases contaminantes por la línea de salida	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Antes de poner en marcha la bomba, coloque el venteo de gases de la bomba en una vitrina o conéctelo a un sistema de extracción, de modo que no se liberen contaminantes químicos directamente al ambiente.
- No se manipulará el contenido del depósito sin emplear protección respiratoria. Se dispondrá de un brazo de extracción próximo al equipo que se colocará próximo al depósito de residuo cuando se abra este.
- El desagüe se conectará con una válvula de doble salida a un depósito cerrado para acumular el residuo líquido y a una línea de vacío que permita ventilar el equipo.
- El vaciado del depósito de residuo del equipo se hará a través del conducto del desagüe tras lo que se ventilará mediante un sistema de vacío dejando abiertas las válvulas de las bocas de secado.

• **Isolera – Cromatógrafo Flash**

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
100 Proyección de fragmentos o partículas	Proyecciones de partículas durante la introducción de la muestra por inyección con excesiva presión, o salpicaduras al verter el contenido de los tubos en matraces...	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- El vaciado de los tubos se hará sin prisas y en el interior de una vitrina activada, se utilizarán guantes y gafas de seguridad.

- Todas las operaciones se realizarán con las gafas de seguridad puestas.

E Pis requeridos:

- Gafas de protección contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Pantalla facial contra riesgos mecánicos y proyecciones
- Guantes contra las agresiones químicas
- Bata/Ropa de protección contra las agresiones químicas

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
310 Exposición a contaminantes químicos	Vapores emitidos durante el proceso de purificación de los disolventes en los tubos de ensayo.	B	D	Tolerable

Medidas preventivas:

- Cuando haya que llevar las gradillas de tubos de ensayo a otra vitrina, se llevaran estos cerrados o cubiertos, se puede utilizará una tapa para cubrir todos los tubos al mismo tiempo en la gradilla. Igualmente, cuando se lleve un matraz hasta la zona de trabajo se llevará perfectamente cerrado, abriéndolo solo en el interior de las vitrinas.
- Cuando haya que manipular en el interior de la campana en la que se ubica el cromatógrafo se utilizará máscara de protección respiratoria para vapores orgánicos.
- Se trabajará siempre en vitrina, con la extracción de esta conectada y con la guillotina lo más baja posible, de modo que veamos la tarea realizada a través del cristal.

E Pis requeridos:

- Mediamascara con filtros para gases, vapores y partículas

4.5.3.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A LAS INSTALACIONES PRESENTES EN EL CENTRO DE TRABAJO

Instalación Eléctrica de Baja Tensión

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
160 Contactos eléctricos directos	Contacto con partes activas de la instalación eléctrica por uso inadecuado, defectos en la misma, o en los equipos conectados	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Manipule siempre la instalación y los aparatos eléctricos con las manos y pies secos. Mantenga cerrados los cuadros eléctricos y no almacene objetos en su interior.
- No manipule la instalación eléctrica si no está autorizado para ello y no tiene formación específica.
- No tire directamente de los cables para la desconexión de los equipos, hágalo sujetando la base y tirando de la clavija.
- Nunca conecte a la red ni utilice aparatos eléctricos con cables pelados, clavijas y enchufes rotos.
- Si un equipo eléctrico le da "calambre" es porque hay una derivación indeseada de corriente. Desconecte el equipo y avise al responsable de mantenimiento o a su superior.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Los cuadros eléctricos se mantienen cerrados, sin partes activas accesibles y señalizados con riesgo eléctrico.
- » Los diferenciales de los cuadros eléctricos se disparan al pulsar el botón de test.
- » La instalación eléctrica está libre de materiales peligrosos (inflamables, corrosivos, etc.) y libre de humedades.
- » Las bases eléctricas están sin sobrecargar y disponen en su caso de continuidad de la toma de tierra.

Controles periódicos. Comprobar Anualmente:

- » Se ha realizado revisión anual de la toma de tierra (ITC-BT-18, RD 842/02) y es favorable.

Controles periódicos. Comprobar Quinquenalmente:

- » Se han realizado las inspecciones obligatorias por O.C.A. y son favorables (cada 5 para instalaciones industriales con Potencia >100kw).

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
211 Incendios. Factores de inicio	Calor, chispas o arco eléctrico generado por defectos en la instalación eléctrica o mal uso de la misma.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- No conecte cables manteniéndolos enrollados para evitar el calentamiento de los mismos.
- No utilice ladrones o clavijas múltiples para hacer conexiones en un mismo enchufe. Si es necesario, utilice bases múltiples, respetando siempre la limitación de potencia indicada en las mismas y en su caso, la continuidad eléctrica de la toma de tierra.

Instalación de protección contra incendios. Medios de lucha.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
213 Incendios. Medios de lucha	Carencias o inadecuado uso y mantenimiento de los extintores.	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- De forma general, utilice los extintores de agua o polvo ABC para apagar sólidos, y los de CO2 para fuegos en proximidad de instalaciones eléctricas o elementos en tensión (cuadros eléctricos, equipos eléctricos, etc.).
- No bloquee el acceso a los extintores.
- No manipule los extintores cuando no sea estrictamente necesario.
- Se debe mantener el registro de las revisiones trimestrales, anuales y quinquenales.

Controles periódicos. Comprobar trimestralmente:

- » Se dispone de medios de lucha contra incendios adecuados.
- » Se revisa trimestralmente, por personal propio de la empresa, que los extintores están accesibles, los precintos no están manipulados y la manguera no tiene desperfectos.

- » Se revisa trimestralmente, por personal propio de la empresa, que la presión de carga es adecuada

Controles periódicos. Comprobar Anualmente:

- » Se realiza revisión anual de los extintores, por personal especializado.

Controles periódicos. Comprobar Quinquenalmente:

- » Se realiza el retimbrado del extintor (cada cinco años) a partir de la fecha de recepción, por personal especializado.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
213 Incendios. Medios de lucha	Carencias o inadecuado uso y mantenimiento de las Bocas de Incendio Equipadas (BIE).	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- No bloquee el acceso a las BIEs.
- No manipule las BIEs cuando no sea estrictamente necesario.
- Se debe mantener el registro de las revisiones trimestrales, anuales y quinquenales.

Controles periódicos. Comprobar trimestralmente:

- » Se inspeccionan trimestralmente, por personal propio de la empresa, todos los componentes desenrollando la manguera en toda su extensión y accionamiento de la boquilla.
- » Se realiza trimestralmente la limpieza del conjunto por personal propio de la empresa.
- » Se realiza trimestralmente, por personal propio de la empresa, la lectura del manómetro y de la presión de servicio.
- » Se revisa trimestralmente, por personal propio de la empresa, que las BIEs están accesibles y señalizadas.

Controles periódicos. Comprobar Anualmente:

- » Se realiza revisión anual, por personal especializado.

Controles periódicos. Comprobar Quinquenalmente:

- » Se realiza revisión quinquenal, por personal especializado.

Instalación de protección contra incendios. Evacuación

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
214. Incendios. Evacuación	Condiciones inadecuadas de las vías de evacuación y salidas de emergencia (presencia de obstáculos, iluminación, etc.)	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Evite los almacenamientos temporales en zonas de paso. Se deberá evitar en todo momento que existan elementos que obstaculicen los recorridos de evacuación y puertas de emergencia.
- Si detecta algún tipo de desperfecto en el pavimento de los recorridos de evacuación (huecos, grietas) y/o salidas de emergencia, avise de inmediato para proceder a su reparación.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » El alumbrado de emergencia funciona (piloto encendido) y es visible.
- » La apertura de las puertas de evacuación es posible sin ayuda especial.
- » La señalización de evacuación es visible.
- » Las vías de evacuación y puertas de emergencia están accesibles y libres de obstáculos.

Riesgo	Causa	PR	CO	NR
214. Incendios. Evacuación	Condiciones inadecuadas de señalización (poca visibilidad, iluminación, etc.)	B	ED	Moderado

Medidas preventivas:

- Avise a su superior directo cuando detecte la falta o caída de la señalización. No manipule ni tape la señalización de evacuación.
- Si detecta algún tipo de desperfecto en la señalización de evacuación avise de inmediato para proceder a su reparación.

Controles periódicos. Comprobar mensualmente:

- » Diferentes caminos y vías alternativas están bien señalizadas y no dan lugar a equívocos.
- » La señalización en las salidas de emergencia está completa y es adecuada.
- » La señalización es correcta en salidas y vías de evacuación.
- » La señalización está homologada según sus normas UNE correspondientes.
- » La señalización para personas con minusvalía es la correcta.



5 Conclusiones.

- Se ha realizado la evaluación del puesto de trabajo de Investigador en laboratorio de síntesis orgánica. Los riesgos detectados implican una gran diversidad de procesos y sustancias químicas, que evidencian la necesidad de tener una formación específica en este campo para poder gestionar los riesgos a los que se exponen diariamente los trabajadores.
- Existe un gran riesgo de exposición a productos químicos difícil de valorar. Las mediciones higiénicas de contaminantes nos dan idea de la eficacia de las medidas de protección colectivas. Un uso adecuado de las vitrinas de gases permite un gran control de la exposición, se ha comprobado que los compuestos de mayor consumo están controlados, los índices de exposición son muy bajos. En principio esta puede parecer una situación segura, sin embargo se manipulan muchos productos que no podemos valorar objetivamente, dado que no existen métodos de captación ni VLA con los que comparar. En este caso debemos basarnos en la precaución, los trabajadores deben seguir las instrucciones y procedimientos de trabajo, respetando escrupulosamente las normas de higiene personal. La formación en materia de prevención de riesgos cobra gran importancia, deben conocer los riesgos concretos de cada proceso y comprobar que sustancias van a manipular y que propiedades esperan tener en los productos de la reacción.
- Dada la gran variedad de reacciones químicas que se pueden realizar en un laboratorio de investigación y la posibilidad de obtener resultados inesperados (muchos de los procesos empleados se desarrollan en el propio laboratorio), es evidente que la probabilidad de sufrir un accidente es muy alta, accidentes que fácilmente pueden ser graves.

La formación de los trabajadores tanto personal (recordemos que todos los trabajadores de los laboratorios tienen una formación académica media o superior) como la proporcionada por la empresa, junto a las medidas de prevención implantadas, permiten que su siniestralidad sea bastante baja. Normalmente es inferior a la de la industria química, sector que a su vez tiene una siniestralidad inferior a la de otros sectores con menor peligrosidad. Esto evidencia, una vez más, la importancia de la prevención de riesgos laborales en las empresas para prevenir los accidentes y mejorar las condiciones de trabajo de las personas.

6 Bibliografía.

- 1 España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado* núm. 269, de 10 de noviembre de 1995, páginas 32590 a 32611 (22 págs.)
- 2 TORREGROSA LÓPEZ, Daniel C. *Química Asombrosa*. 1ª Edición. Pinolia, 2023. 256 páginas. ISBN: 8418965797.
- 3 SINC (Servicio de Información y Noticias Científicas). *Un estudio repasa los accidentes químicos más graves de España*. [Consulta 11-07-2023]. Disponible en: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Un-estudio-repasa-los-accidentes-quimicos-mas-graves-de-Espana>
- 4 ANGUERA DE SOJO, IVA. *Iqoxe, sin cambios tres años después de la gran explosión*, 05-02-2023. [Consulta 11-07-2023]. Disponible en: <https://www.elindependiente.com/espana/cataluna/2023/02/05/iqoxe-sin-cambios-tres-anos-despues-de-la-gran-explosion/>
- 5 Directiva Seveso III. Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L1497, 24 de julio de 2012, página 1 a 37
- 6 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. *NTP 432: Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales*. 7 páginas. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_432.pdf/7c638266-9fd3-43a0-9794-ffc0df696894
- 7 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* núm. 97, de 23 de abril de 1997, páginas 12918 a 12926 (9 págs.)
- 8 *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. Madrid, agosto 2022. Ed. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 148 páginas. NIPO (papel): 118-22-038-2.
- 9 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España: 2023*. Madrid, marzo de 2023. Ed.

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 182 páginas. NIPO 11823010X
- 10 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, *MTA/MA-032/A98 Determinación de vapores orgánicos en aire - Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases*. Madrid 1998. Ed. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 17 páginas.
- 11 National Institute for Occupational Safety and Health, *Manual de Métodos Analíticos. Método 1500 HYDROCARBONS, BP 36°-216 °C*. 4 Edición, 2010, CDC. [consulta 11-07-2023] Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1500.pdf>
- 12 MTA/MA-015/R88 *Determinación de disolventes de adhesivos de calzado (n-hexano y tolueno) en aire - Método de muestreadores pasivos por difusión / Cromatografía de gases*. Madrid 1988. Ed. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 16 páginas.
- 13 *Gómez-Cano Hernández, Manuel; González Fernández, Enrique; López Muñoz, Gerardo; Rodríguez de Prada, Antonio. Evaluación de Riesgos Laborales. 3ª Edición, Madrid. Año, 2003. Unidad editora, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ISBN, 84-7425-513-9.*
- 14 *España, Real Decreto-ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural. . Boletín Oficial del Estado núm. 184, de 2 de agosto de 2022, 02/08/2022. páginas 111381 a 111463 (83 págs.)*
- 15 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo *NTP 725: Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos*. 10 páginas. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_725.pdf/8d7db0e4-c89d-4b56-94da-c554b1abee32
- 16 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. *NTP 464: Prevención del riesgo en el laboratorio químico: operaciones básicas*. 6 páginas. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_464.pdf/8363d5bc-0b48-4d24-b396-f92101302a97
- 17 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. *NTP 672 Extracción localizada en el laboratorio*. Año 2004. 10 páginas. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_672.pdf/752ab740-0676-4683-8794-45d907e4e8e9

- 18 Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. *NTP 677: Seguridad en el laboratorio. Vitrinas de gases de laboratorio: utilización y mantenimiento*. Año 2004. 6 páginas. Disponible en:
https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_677.pdf/4288edba-8241-4a57-a800-30a55220aebe



7 Anexos.

Anexo 1: Ficha de Producto

Anexo 2: Radiello Sampling Rates

Anexo 3. Hidrogenación a alta presión.

Anexo 4. Uso de botellas de gases en reacciones en vitrina

Anexo 5. Uso de rotavapor.



Anexo 1: Ficha de Producto



PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN

Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA

Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis
-------------------------	-------------------------------------

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

Agente químico	Producto: N-Phenylurea	Identificación	
Estado	Estado: sólido	Puesto/s	Laboratorio
Tª. Ebull. Tª. Trabajo	Tª. Ebullición: °C Tª. Trabajo: 25 °C	Uso y caract.	Sólido
Cantidad usada	Cantidad: menos de 100 g ó mL	Almacenam.	No procede
Frec. Exposición	Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día		

Peligros	Nocivo en caso de ingestión [Tox. ag. 4]. - - - - -	Observaciones	
----------	---	---------------	--

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,00005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Cantidad usada o superficie afectada ----- Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras ----- Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar medidas de protección personal básicas.
Nivel de Riesgo Dérmico	Leve		

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cancerígeno o Mutágeno	→ No clasificado como cancerígeno o mutágeno.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ No indicado riesgo específico para trabajadoras embarazadas ni para lactantes.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ El etiquetado del producto o la naturaleza del proceso no indican restricciones para trabajadores menores, si bien deben aplicarse las medidas necesarias para controlar totalmente el riesgo. → Los menores no pueden estar presentes si las condiciones existentes generan riesgo relevante de incendio, explosión, o cualquier otro accidente.

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Control de la exposición	EPIs A UTILIZAR: Gafas de seguridad, manipular con guantes, Mascarilla FFP1
Medidas específicas de prevención y protección	PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel Eliminar lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico. En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.
Componentes a controlar en el ambiente	

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECTORAS

Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.
--	--

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN

Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA

Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis
-------------------------	-------------------------------------

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

Agente químico Estado Tª. Ebul. Tª. Trabajo Cantidad usada Frec. Exposición	Producto: N,N-Dimetilformamida Estado: líquido Tª. Ebulición: 153 °C Tª. Trabajo: 25 °C Cantidad: menos de 100 g ó mL Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día	Identificación Puesto/s Uso y caract. Almacenam.	Laboratorio Líquido Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.
Peligros	Líquido y vapores inflamables. - Nocivo en contacto con la piel [Tox. ag. 4]. - Nocivo en caso de inhalación [Tox. ag. 4]. - Provoca irritación ocular grave [Irrit. oc. 2 - revers.]. - Puede dañar al feto. [Repr. 1A ó 1B]. - - - - -	Observaciones	→ Se absorbe por la piel. → Controlar posibles fuentes de ignición. - - - - -

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Cantidad usada o superficie afectada Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO ELEVADO: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar protección dérmica específica, controlar periódicamente su buen estado. El uso de EPIs no adecuados puede tener consecuencias graves. → Usar medios que aislen del producto si es posible. Priorizar la protección colectiva, minimizar las superficies corporales expuestas.
Nivel de Riesgo Dérmico	Elevado		

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cancerígeno o Mutágeno	→ No clasificado como cancerígeno o mutágeno.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ Puede influir negativamente en la salud de trabajadoras embarazadas y lactantes. [Anexo VII, RD 39/97]. → Las trabajadoras embarazadas no podrán realizar actividades que supongan riesgo de exposición a estos agentes químicos. [Anexo VIII, RD 39/97]. → Puede absorberse por la piel. En la valoración de la exposición debe considerarse también la vía dérmica.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ Los menores no pueden estar expuestos al agente químico o proceso. [Art 27, LPRL 31/95].

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Control de la exposición Medidas específicas de prevención y protección	EPIs A UTILIZAR: Pantalla de protección y gafas de seguridad. Guantes de Caucho natural látex/cloropreno para salpicaduras, para inmersión, utilizar goma butílica. Máscara con filtros ABEKP2 PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel Eliminar lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico. En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.
Componentes a controlar en el ambiente	Valor Límite Ambiental: 30 mg/m3

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECToras

Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.
--	--

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN

Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA

Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis
-------------------------	-------------------------------------

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

Agente químico Estado Tª. Ebul. Tª. Trabajo Cantidad usada Frec. Exposición	Producto: 2-Bromoacetofenona Estado: sólido Tª. Ebullición: 135 °C Tª. Trabajo: 25 °C Cantidad: menos de 100 g ó mL Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día	Identificación Puesto/s Uso y caract. Almacenam.	Laboratorio Sólido Almacenar en un lugar fresco y ventilado. Evitar el contacto con agua o ambiente húmedo.
Peligros	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves [Corr. cut. 1A, 1B ó 1C]. - - - - -	Observaciones	

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,00005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Cantidad usada o superficie afectada ----- Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras ----- Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO ELEVADO: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar protección dérmica específica, controlar periódicamente su buen estado. El uso de EPIs no adecuados puede tener consecuencias graves. → Usar medios que aíslen del producto si es posible. Priorizar la protección colectiva, minimizar las superficies corporales expuestas.
Nivel de Riesgo Dérmico	Elevado		

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cancerígeno o Mutágeno	→ No clasificado como cancerígeno o mutágeno.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ No indicado riesgo específico para trabajadoras embarazadas ni para lactantes.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ Los menores no pueden estar expuestos al agente químico o proceso. [Art 27, LPRL 31/95].

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Control de la exposición	EPIs A UTILIZAR: Gafas de seguridad, manipular con guantes, Mascarilla FFP1-FFP3 PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel Eliminar lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico, si llevara y es posible quítese las lentes de contacto. En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico
Medidas específicas de prevención y protección	
Componentes a controlar en el ambiente	

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECTORAS

Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.
--	--

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN	
Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA	
Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN			
Agente químico Estado Tª. Ebul. Tª. Trabajo Cantidad usada Frec. Exposición	Producto: Ethyl 3-Bromo-2-oxopropanoate Estado: líquido Tª. Ebullición: 98 °C Tª. Trabajo: 25 °C Cantidad: menos de 100 g ó mL Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día	Identificación Puesto/s Uso y caract. Almacenam.	Laboratorio Líquido Almacenar en un lugar fresco y ventilado. Evitar el contacto con agua o ambiente húmedo.
Peligros	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves [Corr. cut. 1A, 1B ó 1C]. - - - - -	Observaciones	

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO			
Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,00005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO			
Cantidad usada o superficie afectada ----- Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras ----- Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO ELEVADO: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar protección dérmica específica, controlar periódicamente su buen estado. El uso de EPIs no adecuados puede tener consecuencias graves. → Usar medios que aislen del producto si es posible. Priorizar la protección colectiva, minimizar las superficies corporales expuestas.
Nivel de Riesgo Dérmico	Elevado		

CONSIDERACIONES ESPECIALES	
Cancerígeno o Mutágeno	→ No clasificado como cancerígeno o mutágeno.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ No indicado riesgo específico para trabajadoras embarazadas ni para lactantes.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ Los menores no pueden estar expuestos al agente químico o proceso. [Art 27, LPRL 31/95].

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN	
Control de la exposición Medidas específicas de prevención y protección	EPIs A UTILIZAR: Gafas de seguridad, manipular con guantes, Mascarilla FFP1-FFP3 PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel Eliminar lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico, si llevara y es posible quítese las lentes de contacto. En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.
Componentes a controlar en el ambiente	

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECTORAS	
Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN

Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA

Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis
-------------------------	-------------------------------------

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

Agente químico Estado Tª. Ebull. Tª. Trabajo Cantidad usada Frec. Exposición	Producto: 1-Butanol Estado: líquido Tª. Ebullición: 116 °C Tª. Trabajo: 25 °C Cantidad: menos de 100 g ó mL Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día	Identificación Puesto/s Uso y caract. Almacenam.	Laboratorio Líquido Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Tras abrir se deben volver a cerrar cuidadosamente, y en posición vertical.
Peligros	Líquido y vapores inflamables. - Nocivo en caso de ingestión [Tox. ag. 4]. - Provoca irritación cutánea [Irrit. cut. 2 ó 3]. - Provoca lesiones oculares graves [Les. oc. 1 - irrevers.]. - Puede irritar las vías respiratorias [STOT única 3]. - Puede provocar somnolencia o vértigo [STOT única 3]. - - - - -	Observaciones	→ Controlar posibles fuentes de ignición. - - - - - - - -

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,00005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Cantidad usada o superficie afectada Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras ----- Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar medidas de protección personal básicas.
Nivel de Riesgo Dérmico	Leve		

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cancerígeno o Mutágeno	→ No clasificado como cancerígeno o mutágeno.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ No indicado riesgo específico para trabajadoras embarazadas ni para lactantes.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ Los menores no pueden estar expuestos al agente químico o proceso. [Art 27, LPRL 31/95].

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Control de la exposición	EPIs A UTILIZAR: Gafas de seguridad, manipular con guantes, Máscara con filtros ABEK PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.
Medidas específicas de prevención y protección	
Componentes a controlar en el ambiente	Valor Límite Ambiental: 61 mg/m3

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECToras

Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.
--	--

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN

Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA

Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis
-------------------------	-------------------------------------

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

Agente químico Estado Tª. Ebull. Tª. Trabajo Cantidad usada Frec. Exposición	Producto: Bromuro de metilmagnesio, Solución Estado: líquido Tª. Ebullición: °C Tª. Trabajo: 25 °C Cantidad: menos de 100 g ó mL Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día	Identificación Puesto/s Uso y caract. Almacenam.	Laboratorio Líquido Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Tras abrir se deben volver a cerrar cuidadosamente, y en posición vertical.
Peligros	Líquido y vapores muy inflamables. - En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente. - Nocivo en caso de ingestión [Tox. ag. 4]. - Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves [Corr. cut. 1A, 1B ó 1C]. - Puede provocar somnolencia o vértigo [STOT única 3]. - - - - - - - - - -	Observaciones	→ Controlar posibles fuentes de ignición. - Evitar contacto con agua. Controlar posibles fuentes de ignición. - - - - - - - - - -

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,00005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Cantidad usada o superficie afectada ----- Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras ----- Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO ELEVADO: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar protección dérmica específica, controlar periódicamente su buen estado. El uso de EPIs no adecuados puede tener consecuencias graves. → Usar medios que aislen del producto si es posible. Priorizar la protección colectiva, minimizar las superficies corporales expuestas.
Nivel de Riesgo Dérmico	Elevado		

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cancerígeno o Mutágeno	→ No clasificado como cancerígeno o mutágeno.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ No indicado riesgo específico para trabajadoras embarazadas ni para lactantes.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ Los menores no pueden estar expuestos al agente químico o proceso. [Art 27, LPRL 31/95].

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Control de la exposición	EPIs A UTILIZAR: Caretas de protección y gafas de seguridad. Guantes de Caucho fluorado para salpicaduras. Máscara con filtros ABEK PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel Quítese inmediatamente la ropa y zapatos contaminados. Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.
Medidas específicas de prevención y protección	
Componentes a controlar en el ambiente	Eter dietílico, VLA 308 mg/m3.

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECToras

Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.
--	--

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN

Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA

Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis
-------------------------	-------------------------------------

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

Agente químico Estado Tª. Ebull. Tª. Trabajo Cantidad usada Frec. Exposición	Producto: 2-Butanona (MEK) Estado: líquido Tª. Ebullición: 80 °C Tª. Trabajo: 25 °C Cantidad: menos de 100 g ó mL Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día	Identificación Puesto/s Uso y caract. Almacenam.	Laboratorio Líquido Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Tras abrir se deben volver a cerrar cuidadosamente, y en posición vertical.
Peligros	Líquido y vapores muy inflamables. - Provoca irritación ocular grave [Irrit. oc. 2 - revers.]. - Puede provocar somnolencia o vértigo [STOT única 3]. - - - - -	Observaciones	→ Controlar posibles fuentes de ignición. - - - - -

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,00005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Cantidad usada o superficie afectada Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras ----- Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar medidas de protección personal básicas.
Nivel de Riesgo Dérmico	Leve		

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cancerígeno o Mutágeno	→ No clasificado como cancerígeno o mutágeno.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ No indicado riesgo específico para trabajadoras embarazadas ni para lactantes.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ Los menores no pueden estar expuestos al agente químico o proceso. [Art 27, LPRL 31/95].

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Control de la exposición	EPIs A UTILIZAR: Pantalla de protección y gafas de seguridad. Guantes de goma butílica para salpicaduras. Máscara con filtros ABEKP2 PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. En caso de contacto con la piel Eliminar lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico. En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.
Medidas específicas de prevención y protección	
Componentes a controlar en el ambiente	Metil Etil cetona: VLA 600 mg/m3.

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECToras

Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.
--	--

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

PUESTO O PROCESO Y DESCRIPCIÓN

Localización	Laboratorio "n+2"
PUESTO / Proceso	Investigador/Técnico de Laboratorio
Descripción del puesto / proceso	Investigador/técnico de laboratorio, realizan tareas de síntesis orgánica. Utilizan productos químicos de distinto tipo para producir reacciones químicas de diverso tipo. Tras la reacción trabajan con los productos obtenidos realizando procesos de separación y de identificación.

TAREA

Descripción de la tarea	Trabajos en laboratorio de síntesis
-------------------------	-------------------------------------

PELIGROS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGENTE QUÍMICO, CANTIDAD USADA EN LA TAREA Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

Agente químico Estado Tª. Ebull. Tª. Trabajo Cantidad usada Frec. Exposición	Producto: 6-Nitrobenzimidazole Estado: sólido Tª. Ebullición: °C Tª. Trabajo: 25 °C Cantidad: menos de 100 g ó mL Frecuencia de exposición: menos de 30 min al día	Identificación Puesto/s Uso y caract. Almacenam.	Laboratorio Sólido Almacenar en un lugar fresco. Envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado
--	--	---	--

Peligros	Se sospecha que provoca cáncer [Carc. 2]. - Nocivo en caso de ingestión [Tox. ag. 4].	Observaciones	→ Se absorbe por la piel.
----------	---	---------------	---------------------------

RIESGO POR INHALACIÓN, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones: Volatilidad Tipo de Proceso Ventilación	Volatilidad: 3-Baja Tipo de Proceso: 2-Cerrado intermit. Ventilación: 1-Extracc. envolvente	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO LEVE: Riesgo controlado en los términos planteados en el artículo 3.5 del RD 374/01 en tanto se mantengan las condiciones observadas y el óptimo funcionamiento de las protecciones instaladas. Seguir las normas básicas de higiene en el manejo de productos químicos, y las indicaciones específicas para el producto o tarea.
Puntuación para el Riesgo por Inhalación	0,005		

RIESGO DÉRMICO, EN FUNCIÓN DEL AGENTE QUÍMICO Y DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Cantidad usada o superficie afectada Tiempo de exposición	Peq. cantidad - salpicaduras ----- Corta durac:<15 min./día	Caracterización del riesgo y medidas preventivas	RIESGO MODERADO: → No comer o fumar en presencia del producto. → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer. → Usar protección dérmica específica, controlar periódicamente su buen estado. El uso de EPIs no adecuados puede tener consecuencias graves.
Nivel de Riesgo Dérmico	Moderado		

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cancerígeno o Mutágeno	→ Pese a no estar afectado por la legislación sobre carcinógenos o mutágenos, conviene establecer medidas de control especiales.
Riesgo para el Embarazo y la Lactancia	→ Puede influir negativamente en la salud de trabajadoras embarazadas y lactantes. [Anexo VII, RD 39/97]. → Puede absorberse por la piel. En la valoración de la exposición debe considerarse también la vía dérmica.
Riesgo para los Trabajadores Menores	→ Los menores no pueden estar expuestos al agente químico o proceso. [Art 27, LPRL 31/95].

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Control de la exposición Medidas específicas de prevención y protección	EPIs A UTILIZAR: Gafas de seguridad, manipular con guantes, Mascarilla FFP1. PRIMEROS AUXILIOS: En caso de aspiración mover a la persona al aire fresco. En caso de contacto con la piel Eliminar lavando con jabón y mucha agua. En caso de contacto con los ojos Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico. En caso de ingestión No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.
Componentes a controlar en el ambiente	

MEDIDAS PREVENTIVAS O CORRECTORAS

Medidas específicas a contemplar para la operación estudiada	→ Uso obligatorio de Equipos de Protección Respiratoria específicos. → Medición de las concentraciones de agentes químicos, si existen VLAs y métodos de medición adecuados. → Controles periódicos sobre las medidas aplicadas. → No comer o fumar en presencia del producto. → Usar medidas de protección personal básicas. (Usar los guantes indicados). → Limpieza de manos tras el turno y antes de comer.
--	--

Las valoraciones obtenidas se han calculado en función de las características de los productos o materiales usados, extraídas de sus Fichas de Datos de Seguridad, y de las condiciones de trabajo observadas. Cualquier cambio en el producto, en las condiciones, o en las tareas asociadas a los procesos, afectaría a los resultados obtenidos.

Anexo 2. Radiello Sampling Rates





Volatile organic compounds (VOCs) chemically desorbed with CS₂

Radiello components to be used:

White diffusive body code 120

Supporting plate code 121

Vertical adapter code 122 (optional)

Adsorbing cartridge code 130

Or: **radiello-ready-to-use** code 123-1 (also see page A8)

Principle

Code 130 cartridge is a stainless steel net cylinder, with 100 mesh grid opening and 5.8 mm diameter, packed with 530 ± 30 mg of activated charcoal with particle size 35-50 mesh. Volatile organic compounds are trapped by adsorption and recovered by carbon disulfide displacement, analysis is performed by FID gas chromatography.

Sampling rates

The table on page D2 lists sampling rate values at 298 K (25 °C) and 1013 hPa, experimentally measured in a standard atmosphere chamber. For other compounds, whose diffusion coefficient¹ is known, sampling rate can be calculated according to equation [5] on page A2, taking into account that white diffusive body and code 130 cartridge give the geometric constant of radiello the value of 14.145 ± 0.110 cm. Several experiments performed in the standard atmosphere chamber demonstrate that the calculated sampling rates seldom deviate by more than ± 10% from the experimentally measured values.

Effect of temperature, humidity and wind speed

Sampling rates varies from the value at 298 K on the effect of temperature (in Kelvin) as expressed by the following equation

$$Q_K = Q_{298} \left(\frac{K}{298} \right)^{1.5}$$

where Q_K is the sampling rate at the temperature K and Q_{298} is the reference value at 298 K. This produces a variation of ± 5% for 10 °C variation (upwards or downwards) from 25 °C.

Sampling rate is invariant with humidity in the range 15-90% and with wind speed between 0.1 and 10 m·s⁻¹.

¹Lugg G.A.: Diffusion Coefficients of Some Organic and Other Vapours in Air. *Anal. Chem.* **40-7**:1072-1077 (1968).

Calculations

The listed sampling rate values already take into account for the desorption efficiency with carbon disulfide. **The average concentration over the exposure time interval is therefore calculated from the mass of analyte found onto the cartridge and exposure time without introducing any corrective factor**, apart from corrections due to average temperature different from 25 °C.

Average concentration over the whole exposure time is calculated according to the following expression

$$C [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}] = \frac{m [\mu\text{g}]}{Q_K [\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}] \cdot t [\text{min}]} \cdot 1,000,000$$

where:

m = mass of analyte in μg

t = exposure time in minutes



Sampling rate values Q at 25°C (298 K)

	Q ₂₉₈ ml·min ⁻¹	linearity range µg·m ⁻³ ·min	uncertainty at 2σ %	notes
acetone	77	10,000-600·10 ⁶	7.0	a
acetonitrile	73	10,000-6·10 ⁶	8.2	b
acrylonitrile	75	1,000-50·10 ⁶	2.2	
benzyl alcohol	37	1,000-800·10 ⁶	6.5	
amyl acetate	52	1,000-800·10 ⁶	3.4	
benzene	80	500-500·10 ⁶	1.8	
bromochloromethane	70	50,000-1,000·10 ⁶	1.4	
butanol	74	1,000-500·10 ⁶	5.0	
sec-butanol	64	1,000-300·10 ⁶	5.2	
tert-butanol	62	1,000-300·10 ⁶	5.5	
butyl acetate	60	1,000-1,000·10 ⁶	3.0	
2-butoxyethanol	56	1,000-100·10 ⁶	5.7	
2-butoxyethyl acetate	41	1,000-100·10 ⁶	5.5	
carbon tetrachloride	67	100,000-60·10 ⁶	9.0	
cyclohexane	54	500-500·10 ⁶	4.5	
cyclohexanone	68	5,000-120·10 ⁶	4.2	
cyclohexanol	54	5,000-120·10 ⁶	4.5	
chlorobenzene	68	1,000-1,000·10 ⁶	3.6	
chloroform	75	100,000-60·10 ⁶	9.7	a
n-decane	43	500-1,000·10 ⁶	1.1	
diacetone alcohol	43	500-1,000·10 ⁶	4.5	
1,4-dichlorobenzene	51	1,000-1,000·10 ⁶	7.7	
1,2-dichloroethane	77	1,000-500·10 ⁶	8.2	
1,2-dichloropropane	66	500-250·10 ⁶	4.5	
dichloromethane	90	500-60·10 ⁶	8.7	
N,N-dimethylformamide	82	1,000-200·10 ⁶	14.5	c
1,4-dioxane	68	1,000-600·10 ⁶	5.5	
n-dodecane	8	1,000-1,000·10 ⁶	4.7	
n-heptane	58	5,000-1,500·10 ⁶	3.0	
n-hexane	66	1,000-1,000·10 ⁶	2.5	
1-hexanol	52	5,000-120·10 ⁶	5.5	
ethanol	102	10,000-500·10 ⁶	7.5	a-b
diethyl ether	78	5,000-500·10 ⁶	12.0	a
ethyl acetate	78	1,000-1,000·10 ⁶	1.5	
ethylbenzene	68	1,000-1,000·10 ⁶	2.4	
2-ethyl-1-hexanol	43	5,000-500·10 ⁶	10.1	
2-ethoxyethanol	55	500-50·10 ⁶	6.7	b
2-ethoxyethyl acetate	54	10,000-100·10 ⁶	2.5	
ethyl-tert-butyl ether (ETBE)	61	500-200·10 ⁶	3.0	
isobutanol	77	1,000-300·10 ⁶	2.5	
isobutyl acetate	63	1,000-1,000·10 ⁶	5.2	
isooctane	55	500-1,000·10 ⁶	3.2	
isopropanol	52	10,000-400·10 ⁶	12.0	b
isopropyl acetate	66	1,000-1,000·10 ⁶	9.9	
isopropylbenzene	58	1,000-1,000·10 ⁶	2.7	
limonene	43	1,000-1,000·10 ⁶	10.0	
methanol	125	10,000-250·10 ⁶	9.2	a-b
methyl acetate	80	1,000-1,000·10 ⁶	12.0	
methyl-ter-butyl ether (MTBE)	65	500-200·10 ⁶	2.5	



	Q ₂₉₈ ml·min ⁻¹	linearity range µg·m ⁻³ ·min	uncertainty at 2σ %	notes
methylcyclohexane	66	1,000-1,000·10 ⁶	6.5	
methylcyclopentane	70	1,000-1,000·10 ⁶	2.5	
methylethylketone	79	1,000-500·10 ⁶	1.6	
methylisobutylketone	67	1,000-250·10 ⁶	8.7	
methyl metacrylate	68	1,000-500·10 ⁶	2.5	
2-methylpentane	70	1,000-1,000·10 ⁶	2.5	
3-methylpentane	70	1,000-1,000·10 ⁶	2.5	
2-methoxyethanol	35	5,000-100·10 ⁶	11.0	b
2-methoxyethyl acetate	56	2,000-100·10 ⁶	3.0	
1-methoxy-2-propanol	55	1,000-350·10 ⁶	6.0	
1-methoxy-2-propyl acetate	60	2,000-350·10 ⁶	6.2	
naphthalene	25	1,000-1,000·10 ⁶	7.0	
n-nonane	48	1,000-1,000·10 ⁶	5.4	
n-octane	53	500-1,000·10 ⁶	3.2	
pentane	74	1,000-1,000·10 ⁶	1.9	
α-pinene	53	1,000-1,000·10 ⁶	7.0	
propyl acetate	65	500-1,000·10 ⁶	7.5	
propylbenzene	57	1,000-1,000·10 ⁶	2.9	
styrene	61	1,000-500·10 ⁶	3.0	
tetrachloroethylene	59	10,000-500·10 ⁶	2.5	
tetrahydrofuran	74	2,000-250·10 ⁶	11.0	b
toluene	74	500-1,000·10 ⁶	1.5	
1,1,1-trichloroethane	62	5,000-1,000·10 ⁶	5.5	
trichloroethylene	69	5,000-1,000·10 ⁶	2.4	
1,2,4-trimethylbenzene	50	500-1,000·10 ⁶	6.6	
n-undecane	24	1,000-1,000·10 ⁶	10.0	
m-xylene	70	500-1,000·10 ⁶	2.5	
o-xylene	65	500-1,000·10 ⁶	2.5	
p-xylene	70	500-1,000·10 ⁶	2.5	

Notes:

- a** = weakly adsorbed compound. If its concentration is higher than the TLV for the workplace environments it may be partially displaced by other compounds that are more strongly trapped if their concentration is also high. If this is the case, it is advisable to reduce sampling time under 8 hours.
- b** = prolonged exposure of charcoal cartridges at relative average humidity higher than 80% causes adsorption of up to 100 mg of water. Water does not interfere with adsorption mechanisms but is displaced by carbon disulfide and gives rise to a separate layer. Some very water soluble polar compounds will distribute between the two solvents, thus provoking an underestimation of the actual air concentration since only the carbon disulfide is injected in the gas chromatograph. When the concentration of polar compounds has to be determined, the calibration curve should be prepared by spiking 50 µl of water in each tube containing the cartridge and the 2 ml of carbon disulfide standard solution (see Analysis).
- c** = better reproducibility obtained by use of methanol as extraction solvent instead of carbon disulfide.

Limit of quantitation

The limit of quantitation depends on the instrumentation and on the analytical conditions. The minimum revealable environmental concentration can be estimated on the basis of the equation on page D1, where *m* is the minimum revealable mass, experimentally measured for each compound. Under the analytical conditions described on page D4, the limit of quantitation for 7 days exposure usually ranges from 0.05 to 1 µg·m⁻³, depending on the compound.



Exposure

Code 130 cartridge has a very large loading capacity: about 80 mg, corresponding to an overall VOCs concentration of 3,000-3,500 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ sampled for 8 hours or 70,000-80,000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sampled for 14 days. Nevertheless, if the quantified overall adsorbed mass should be near 80 mg, sampling rate could have deviated from linearity. If this is the case, it is advisable to repeat the sampling experiment reducing exposure time.

Workplace environment

In workplace environments complex mixtures of airborne solvent vapours are often found at concentrations of 2,000-3,000 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. The outstanding adsorbing capacity of code 130 cartridges allows you to sample them for the whole working shift of 8 hours. On the other hand, the very high values of sampling rates for a variety of compounds allow you to perform accurate concentration measurements even after very short exposures. For example, 15 minutes are enough to measure 0.1 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ of benzene.

radiello can therefore be employed to evaluate both *TWA* and *STEL* concentrations.

Other indoor sampling experiments and outdoor campaigns

High sampling rates of **radiello** ensure very low limits of detection also for short exposure time intervals. For example, you may measure benzene concentrations as low as 2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ with an error not exceeding 4% after 8 hours of exposure. If **radiello** is exposed for 7 days, limit of quantitation becomes 0.1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Generally speaking, we suggest exposure time duration ranging from 8 hours to 30 days, the ideal value being 7 days.

Storage

The activated charcoal cartridges have undergone a complex conditioning process that ensures an outstanding chromatographic blank level, never exceeding three times the instrumental noise of a FID detector at the lowest attenuation. Kept in a cool place and away from volatile organic compounds, the cartridges maintain unchanging blank level and adsorbing capacity for at least two years. Expiry date and lot number are printed onto the plastic bag wrapping each cartridge: its integrity stands as warranty seal.

After exposure the cartridges, well capped and kept in a cool and solvent-free place, maintain their content unaltered for at least six months.

Analysis

Extraction

Introduce 2 ml of CS_2 and 100 μl of internal standard solution (see next page) directly in the **radiello** glass tube without drawing out the cartridge. **Always use class A volumetric pipettes or dispensers.** Stir from time to time for 30 minutes. If analysis is not performed soon after, draw out the cartridge and discard it.

Calibration

Outdoor environment sampling

If benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX) have to be analyzed, prepare three or four standard solutions in CS_2 having decreasing concentrations of the analytes in the following ranges (in $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$):

benzene	0.04-17.6	ethylbenzene	0.04-17.7
toluene	0.09-34.8	m-xylene	0.04-17.2
o-xylene	0.04-17.6	p-xylene	0.04-17.2

It is advisable to proceed via consecutive dilutions, starting for example from a stock solution containing 1 ml of each compound in 100 ml. Always use class A volumetric glassware. Introduce 2 ml of each standard solution, along with 100 μl of internal standard, onto a blank code 130 cartridge in its glass tube.

IMPORTANT

always use high purity grade CS_2 , for example Fluka Cat. No. 84713 or Aldrich Cat. No. 34,227-0

BE CAREFUL

even refrigerated, CS_2 permeates the tube plastic cap: its volume decreases by 4-5% a day. If the internal standard has been added, it is only matter of unpleasant odour...



Analysis of unknown samples

Identify the sample that has been exposed for the longest time or at the highest expected concentration. Introduce 2 ml of CS₂ but do not add the internal standard, stir and let the sample stand for 30 minutes. Without discarding the cartridge, inject the CS₂ solution in the gas chromatograph with FID detector (see below), identify the compounds appearing in the chromatogram and make an estimation of the order of magnitude of their concentrations.

Prepare a CS₂ solution of the identified compounds with doubled concentration with respect to the sample. Dilute this solution in order to obtain standard solutions of concentration respectively about 0.1, 0.5 and 1 times the concentration estimated in the sample. Introduce 2 ml of each standard solution onto a blank code 130 cartridge in its glass tube, along with the chosen internal standard solution.

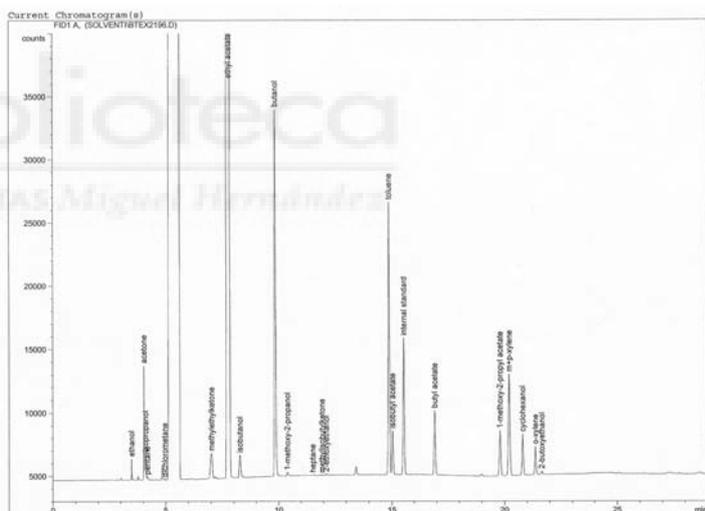
The chosen **internal standard** should have a retention time that does not interfere with other compounds in the chromatogram. Compatibly with this requirements, we suggest to employ a solution of **2-fluorotoluene** (e.g. Aldrich F 1,532-3 or Fluka 47520) in CS₂ with concentration of 100 µl·l⁻¹ for outdoor samples and 2 ml·l⁻¹ for workplace samples. Add 2 ml of CS₂ and the internal standard to all of the samples, stir, let the samples stand for 30 minutes and discard the cartridges prior to the analysis.

Instrumental analysis (advised)

Capillary gas chromatography with FID detection

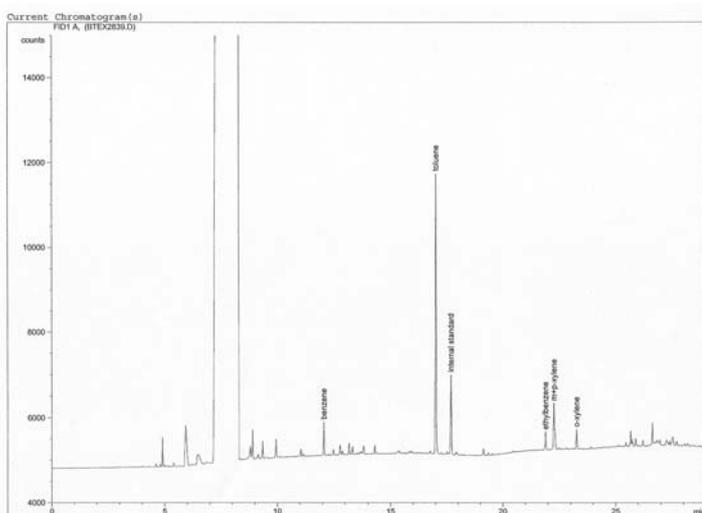
outdoor environment samples: 100% dimethylpolysiloxane column 50m x 0.2mm, film thickness 0.5 µm; (e.g. Petrocol DH 50.2, Supelco Cat.No. 24133-U) split injection of 2 µl; split ratio 25:1; nitrogen carrier gas at constant pressure of 20 psi; injector temperature 240 °C; oven initial temperature 35 °C for 5 minutes, 5 °C/min up to 90 °C, maintain for 3 minutes, 10 °C/min up to 220 °C, final isotherm for 5 minutes.

workplace samples: 100% dimethylpolysiloxane column 0.2 mm-50 m, film 0.5 µm; split injection of 3 µl, split ratio 100:1; carrier N₂ at constant pressure of 20 psi; injector temperature 240 °C; oven initial temperature 50 °C for 5 minutes, 5 °C/min up to 80 °C, 15 °C/min up to 135 °C, 20 °C/min up to 220 °C, final isotherm 10 minutes. Total time: 29 minutes. The retention times for several compounds analyzed under the described conditions are listed in the table on next page.



On top: FID chromatogram of a real workplace sample

on the left: chromatogram of a real urban outdoor sample



USER TIP

If you perform several analyses, a barcode reader will greatly improve productivity in your laboratory and will also minimize the possibility of errors in the copying of sample labels.

Please contact us to help you in the implementation of the reader.

We have also developed software solutions for the analytical data processing and automated production of analysis reports.



What makes the code 130 cartridge incomparable?

the container

The container is made of stainless steel cloth AISI 316 with 100 mesh grid opening. It is electric welded with no supply of foreign materials. It has tolerance of ± 0.05 mm diameter and of ± 0.1 mm length.

the contents

The cartridge is packed with vegetal activated charcoal with a very large adsorbing surface. Its exceptionally low blank is obtained by conditioning it in a nitrogen stream fluidised bed at 450 °C for 16 hours. The fluidised bed technique does not only guarantee the thorough purification of adsorbing material but also performs an accurate selection of its granulometry, by ventilation separations of the fraction under 50 mesh and over 35 mesh.



the production

The cartridge is filled up with charcoal by a very complex automated apparatus that was designed and realised in our laboratory. It avoids any contamination of the adsorbing material during the delicate process of cartridge production and ensures a very accurate dosing of the material itself, providing a variability of less than 2% of the weight of the activated charcoal among the cartridges.



the quality control

Each cartridge batch undergoes statistical quality control of the blank level. If amounts higher than 20 ng of each of the BTEX compounds are found, the entire lot is discarded.



	retention time (minutes)
methanol	4.834
ethanol	5.340
acetone	5.712
isopropanol	5.835
pentane	6.121
methyl acetate	6.346
dichloromethane	6.405
2-methylpentane	7.559
methylethylketone	7.719
3-methylpentane	7.941
ethyl acetate	8.331
n-hexane	8.402
isobutanol	8.763
methylcyclopentane	9.350
1,1,1-trichloroethane	9.636
butanol	9.956
isopropyl acetate	9.978
benzene	10.203
1-methoxy-2-propanol	10.424
cyclohexane	10.580
1,2-dichloropropane	11.285
trichloroethylene	11.625
isooctane	11.667
2-ethoxyethanol	11.831
propyl acetate	11.868
n-eptane	12.068
1-ethoxy-2-propanol	12.775
methylcyclohexane	12.912
methylisobutylketone	13.258
isobutyl acetate	14.005
toluene	14.055
butyl acetate	15.279
n-octane	15.435
tetrachloroethylene	15.601
diaceton alcohol	15.915
1-methoxy-2-propyl acetate	16.609
ethylbenzene	16.997
m+p-xylene	17.241
cyclohexanone	17.436
cyclohexanol	17.436
styrene	17.716
o-xylene	17.832
2-butoxyethanol	17.880
n-nonane	18.186
α -pinene	19.129
n-decane	20.334
n-undecane	22.142

the sampling rate measurements

The sampling rate is measured in a standard atmosphere chamber unique in Italy (and one of the few found all over Europe) that allows the dynamic generation of high flows of controlled concentration gas mixtures from $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ to $1,000 \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (dynamic range from 1 to 10^6) of each investigated compound alone or mixed with others. The chamber allows temperature control from -20 to 60 °C, relative humidity control from 5% to 100% and air speed variation from 0.1 to $10 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

All of the gas flows are measured as mass flows and have therefore the properties of primary standards. All of the operating parameters (gas flows, temperature, relative humidity, ...) are recorded and the records are available along with the certification documents.



Anexo 3. Hidrogenación a alta presión.



P104: HIDROGENACIÓN A
ALTA PRESIÓN.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
SSA

Edición: 5

Marzo-2023

PROCEDIMIENTO NÚMERO: 104
HIDROGENACIÓN A ALTA PRESIÓN.



Elaborado por

Revisado por:

Aprobado por:

Fdo: Antonio Angosto Hernández

Fdo:

Fdo:

Fecha: 29-03-2023

Fecha:

Fecha:

1.- OBJETO

Definir el procedimiento, control, y seguimiento que se realiza sobre las operaciones y actividades relacionadas con el llenado de recipientes de hidrógeno a 50 bares de presión, para reacciones que se llevarán a cabo en los laboratorios, por parte de la empresa Síntesis S.A., así como establecer las medidas preventivas y de protección correspondientes a los riesgos que puede generar esta actividad.

2.- ALCANCE

Este procedimiento es de aplicación a la zona de almacenamiento de botellas de hidrógeno ubicada en la parte posterior del edificio de la empresa Síntesis SA.

El proceso de carga de hidrógeno a alta presión será realizado por el jefe de mantenimiento, en caso de ausencia del mismo, la carga será realizada por el investigador responsable del laboratorio donde se necesite realizar la reacción de hidrogenación.

Durante el proceso de llenado estará presente adicionalmente un recurso preventivo que supervisará el cumplimiento del procedimiento de carga.

3.- RESPONSABILIDADES:

Trabajadores afectados por el procedimiento

- Realizar el proceso de carga de hidrógeno a alta presión cumpliendo con las prescripciones que se determinan en el procedimiento.
- Poner en conocimiento del responsable de prevención de riesgos las situaciones de anomalía que puedan surgir en la operativa normal.

Responsable de Prevención de Riesgos Laborales

- Identificar aquellas actividades que sea necesario controlar, y elaborar la documentación necesaria para llevar a cabo dicho control.
- Asegurar que las actividades controladas se desarrollan de acuerdo a lo descrito en la documentación y que se mantiene registro de las mismas.

Dirección:

- Facilitar los recursos humanos y técnicos para la ejecución de las actuaciones de control.

P104: HIDROGENACIÓN A ALTA PRESIÓN.	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS SSA	Edición: 5
		Marzo-2023

4.- NORMATIVA DE REFERENCIA

Para el presente procedimiento se han contemplado la normativa e instrucciones que a continuación se detallan:

- **Ley de Prevención de Riesgos Laborales** (BOE 10/11/95) y las reglamentaciones que la desarrollan.
- **RD 2060/2008** de 12 de diciembre, Reglamento de Aparatos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. ITC EP6 Equipos a presión transportables.
- **RD 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.
- **RD 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.

5.- PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

En la zona posterior del edificio se encuentra la zona de botellas de gases cerrada con puerta y cierre metálico de malla con apertura en el sentido de la evacuación y provista de cierre con candado.

En este recinto se encuentran las botellas llenas en servicio, las botellas llenas sin utilizar y los envases vacíos de las botellas utilizadas de hidrógeno.

Se dispone de un estante a media altura (puesto de llenado) para posicionar el recipiente (reactor) que se necesita llenar, así como la valvulería y manómetros de control, junto con las canalizaciones de servicio y venteo necesarias para realizar la hidrogenación.

La botella va conectada a un panel de control mediante tubería con racor de acople hasta una válvula de corte de ¼ de vuelta (V1), que permite el corte rápido del suministro de hidrógeno.

De esta válvula se deriva una tubería hacia manómetro medidor con fondo escala de 300 bar (M1), y hacia un regulador de presión (R1) provisto de manómetro medidor con fondo escala de 300 bar (M2), antes de la válvula V1 se bifurca otra línea hacia una válvula de corte de ¼ de vuelta (V2) para venteo y despresurización de líneas



.Del regulador de presión (R1) sale una tubería hacia el puesto de llenado que dispone también de elementos de control y regulación de presión de trabajo.



Este cuadro está compuesto de válvula de corte de $\frac{1}{4}$ de vuelta (V3), regulador de presión (R2) con manómetro medidor con fondo escala de 80 bar (M3) y válvula de corte de $\frac{1}{4}$ de vuelta (V4) para venteo y despresurización, así como salida en tubería con racor de acople para recipiente de hidrogenación (reactor).

Para realizar el procedimiento de hidrogenación a alta presión se deben seguir los siguientes pasos:

» COMPROBACION Y CONEXIÓN DEL REACTOR:

- Mantener las válvulas de corte cerradas (en sentido transversal a las tuberías).
- Conectar el reactor en el racor de la tubería "hacia recipiente".
- Cerrar los reguladores R1 y R2 en el sentido contrario a las agujas del reloj.

» CARGA DEL REACTOR:

- Abrir botella de Hidrógeno.
- Abrir la válvula principal V1 (en sentido longitudinal a su tubería).
- Accionar el regulador de presión R1 hasta los 50 bares como máximo.
- Abrir la válvula del puesto de llenado V3 (en sentido longitudinal a su tubería)
- Accionar el regulador de presión R2 hasta que el manómetro medidor M3 marque la presión necesaria de llenado del reactor.
- Llenar el recipiente (abriendo la válvula del mismo).
- Una vez finalizada el llenado, cerrar la válvula del reactor.
- Cerrar la válvula del puesto de llenado V3 y R2.
- Cerrar la válvula principal V1 y cerrar la botella de H₂.
- Abrir válvula de venteo V4 para despresurizar tuberías, hasta que el manómetro medidor M3 muestre 0 bar y volver a cerrar la valvula de venteo V4.
- Abrir válvula de venteo V2 para despresurizar tuberías, abrir V1 hasta que el manómetro medidor M1 muestre 0 bar y volver a cerrarla.
-

» DESCONEXIÓN DEL REACTOR:

- Desacoplar el racor de la tubería “hacia recipiente”.
- Retirar el recipiente.

6.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido y por lo tanto no puede ser percibido con los sentidos humanos.

El hidrógeno no es tóxico. Cuando es inhalado en grandes concentraciones causará la asfixia. No se debe permitir la presencia en ese ambiente, debido al peligro de explosión. Por esta razón la protección respiratoria no es relevante cuando se trabaja con el hidrógeno.

El hidrógeno no impone un peligro para el medio ambiente. No daña la capa de ozono y no contribuye al efecto invernadero.

Ya que el proceso va a ocurrir en circuito cerrado y en exterior, no se hace necesario ningún elemento de protección individual a propósito, quedando obligatorio el calzado antiestático que se utiliza en todo el recinto.

7. MEDIDAS PREVENTIVAS ADICIONALES**Cómo reaccionar cuando se produce una fuga de hidrógeno, o cuando hay un incendio de hidrógeno**

Si el hidrógeno se está escapando sin intención, el suministro de gas tiene que ser cortado por cierre de los controles necesarios. No se debe intentar reparar la fuga mientras que el hidrógeno se escapa, por el peligro de ignición.

Si una gran cantidad de hidrógeno ha fugado a la atmósfera, existe un grave peligro de una explosión.

Si el escape de hidrógeno se ha prendido fuego, puede ser extinguido por el cierre de las líneas de suministro de hidrógeno. Si esto no funciona, no intente apagar el fuego en las salas con los agentes de extinción debido a que el flujo continuo de hidrógeno presenta un riesgo de explosión. En tal caso, uno tiene que dejar que el fuego se consuma hasta que el hidrógeno se quemara y el fuego se apague por su cuenta.

Puede que sea necesario refrigerar las áreas con agua fresca que podría estar en peligro por el fuego (ejemplo, los cilindros de gas).

Cuando el proceso de combustión está casi terminado, la instalación afectada se debe purgar con nitrógeno para asegurar que no hay retroceso en el interior.

Manipulación segura de cilindros de hidrógeno

Se debe tener en cuenta la manipulación de cilindros y bloques de hidrógeno: las válvulas de los cilindros y bloques sólo se abre cuando el reductor de presión, con juntas en buen estado, ha sido cuidadosamente conectados.

Los puntos de conexión deben ser evaluados para verificar que no haya fugas. Las válvulas del cilindro y el bloque se cierran cuando no estén en uso con el fin de evitar la fuga de gas en las conexiones.

Si la válvula del cilindro o bloque tiene una fuga o cuando el escape de hidrógeno no se puede detener mediante el cierre de la válvula, el contenedor de hidrógeno tiene que ser transportado fuera donde y dejarlo que se vacíe. Las reparaciones de cilindros de hidrógeno o bloques, así como las válvulas, son sólo pueden ser llevadas a cabo por el proveedor de gas.

8. ANEXOS.**ANEXO I. INFORMACIÓN A TENER EN CUENTA POR EL TRABAJADOR.****Hidrogeno:**

ESTADO FISICO; ASPECTO Gas comprimido inodoro e incoloro.

PELIGROS FISICOS El gas se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. El gas es más ligero que el aire.

PELIGROS QUIMICOS El calentamiento intenso puede originar combustión violenta o explosión. Reacciona violentamente con aire, oxígeno, halógenos y oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión. Los metales catalizadores tales como el platino o el níquel aumentan este tipo de reacciones.

VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.

RIESGO DE INHALACION Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Asfixiante simple.

Anexo 4. Uso de botellas de gases en reacciones en vitrina.



P113: BOTELLAS DE GASES
EN VITRINA

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
SSA

Edición: 5

Marzo-2023

PROCEDIMIENTO NÚMERO: 113

USO DE BOTELLAS DE GASES EN REACCIONES EN VITRINA.



Elaborado por

Fdo: Antonio Angosto Hernández

Fecha: 29-03-2023

Revisado por:

Fdo:

Fecha:

Aprobado por:

Fdo:

Fecha:

1.- OBJETO

En cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se procede a establecer las buenas prácticas e instrucciones de trabajo en el uso de botellas de gases en reacciones en vitrina, en los laboratorios de Síntesis, de uso obligatorio para los trabajadores de la empresa Síntesis S.A., como documento informativo de entrega a los trabajadores

2.- ALCANCE

Este procedimiento es de aplicación en todos los laboratorios de la empresa Síntesis S.A., aplicándose de forma obligatoria las normas aquí indicadas.

El responsable de cada laboratorio deberá velar por el cumplimiento de este procedimiento, respetando los tiempos necesarios y procurando que los trabajadores dispongan de los materiales necesarios.

3.- RESPONSABILIDADES:

Trabajadores usuarios

- Realizar los procesos cumpliendo con las normas que se determinan en el procedimiento.
- Poner en conocimiento del responsable de laboratorio las situaciones de anomalía que puedan surgir en la operativa normal.

Responsable de Laboratorio

- Comprobar que las tareas se realizan de acuerdo con el procedimiento. Dejando constancia por escrito de aquellas situaciones anómalas que sucedan y que impidan la correcta aplicación del presente procedimiento.

Dirección:

- Facilitar los recursos humanos y técnicos para la ejecución de las actuaciones de control.

4.- NORMATIVA DE REFERENCIA

Para el presente procedimiento se han contemplado la normativa e instrucciones que a continuación se detallan:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10/11/95) y las reglamentaciones que la desarrollan.
- RD 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.
-

5.- PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

En General:

» El uso de botellas de gases en reacciones se hará siempre colocando la botella en el interior de una vitrina que tendrá conectada la extracción mientras la llave de la botella permanezca abierta, aun cuando la llave del manorreductor esté cerrada la extracción permanecerá conectada.

» Se dispondrá de un soporte en el interior de la vitrina que permita mantener esta en posición vertical en condiciones de seguridad.

» No se utilizarán botellas que no dispongan de un manorreductor, nunca se intentará regular la presión con la llave de la botella. Si no dispone de manorreductor se solicitará a mantenimiento que acople uno a la botella que se quiera usar.

» A continuación se ubicará la botella en la vitrina en la que sea necesario su uso y se fijará a su soporte de modo que quede fija en posición vertical y no pueda volcar. Se cerrará el manorreductor girándolo en sentido contrario a las agujas del reloj. La presión en los manómetros de alta y de baja o en el manómetro de baja (si solo llevara uno) en estos momentos debe ser cero.

» Se conectará la extracción de la vitrina y se procederá a abrir la llave de la botella, se abrirá la llave de la botella, la apertura deberá hacerse girando el volante, suave y lentamente, en sentido anti-horario. Durante su utilización, la válvula de las botellas de gases comprimidos o licuados deberá estar completamente abierto, Si no se está utilizando el gas, el grifo de la botella deberá estar completamente cerrado. Deberá girar suavemente y, si no fuese así, no

debe tratar de forzarse haciendo palanca o golpeando la llave. Nunca se tratará de desmontar el grifo. Al menor problema debe devolverse al suministrador.

» Una vez abierta la botella se procederá a regular la presión de salida con el manorreductor. El manorreductor se abre girándolo en sentido horario, se abrirá suavemente hasta que el manómetro de baja registre la presión necesaria. En caso de necesitar un borboteo en un matraz, se observará este mientras se abre el manorreductor suavemente, hasta conseguir el borboteo necesario.

» Durante el uso del gas se mantendrá conectada la extracción. Solo se desconectará esta cuando la llave de la botella esté totalmente cerrada.

» Cuando se finalice la reacción se procederá a cerrar el manorreductor primero y la válvula de la botella después. En caso de tener conectado a la línea que sale del manorreductor un recipiente a presión, se purgará esta línea, comprobando que la presión del manorreductor cae a cero antes de desconectar el recipiente. La purga se hará bien abriendo una válvula del reactor que libere la presión acumulada o abriendo una válvula de venteo en un codo insertado en la línea que conecta el manómetro con el reactor.

» Una vez desconectado el recipiente de reacción, se procederá a aliviar la presión del manorreductor, abriendo este suavemente para que la presión del manómetro de alta caiga a cero, tras lo cual se cerrará el manómetro y se devolverá la botella al lugar de almacenamiento predeterminado de la misma.

» Si en algún momento se detectase una fuga en la línea, se procederá a cerrar la botella de gas.

Reacciones con Amoniaco:

» En el caso de utilizar amoniaco, se dispondrá de una máscara con cartuchos/filtros adecuados para amoniaco (banda de color verde, letra K).

» En el caso de que haya una fuga de amoniaco en la vitrina, se utilizará la máscara equipada con el filtro adecuado para cerrar la misma. Se dejará conectada la extracción, para que reduzca rápidamente el nivel de amoniaco que pueda haber en la sala, ya que la bala permite su introducción en la vitrina.

Reacciones con Oxígeno:

» Si se usa oxígeno en una vitrina, asegurarse de que no existen en las proximidades grasas, aceites, materia orgánica inflamable, trapos, etc, pues la inflamabilidad de estas sustancias aumenta en presencia de altas concentraciones de oxígeno.

Reacciones con Monóxido de Carbono:

» En el caso de utilizar monóxido de carbono, se dispondrá de un detector de CO próximo a la vitrina, que avise con una alarma en caso de detectar monóxido de carbono.

» También se dispondrá de un equipo de respiración autónomo para actuar ante una emergencia y poder cerrar la llave de la botella. En caso de que suene la alarma del detector, todos los trabajadores abandonarán la sala sin desconectar las extracciones, y solo podrá entrar en esta la persona equipada con el equipo de respiración autónoma, que procederá a valorar la emergencia, cerrando la llave de la botella si es posible.

» Una vez cerrada la botella se dejarán las extracciones conectadas durante 15 minutos, comprobando el detector antes desconectar las extracciones de las vitrinas.

En caso de utilizar otros gases se consultará con el servicio de prevención y se procederá a actualizar el presente protocolo.

5.- FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD:

» Las fichas de seguridad de los gases empleados estarán disponibles para todos los trabajadores de la empresa. Se pueden proporcionar en papel o en soporte electrónico del que puedan hacer uso.

» Antes del uso, siempre se deberán consultar las fichas de datos de seguridad de los gases utilizados.

Anexo 5. Uso de rotavapor.



P102: USO DE
EVAPORADOR
ROTATIVO

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
SSA

Edición: 4

Enero-2023

PROCEDIMIENTO NÚMERO: 102
USO DE EVAPORADOR ROTATIVO (ROTAVAPOR).



Elaborado por

Revisado por:

Aprobado por:

Fdo: Antonio Angosto Hernández

Fecha: 29-03-2023

Fdo:

Fecha:

Fdo:

Fecha:

1.- OBJETO

En cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se procede a establecer las buenas prácticas e instrucciones de trabajo en el uso del Evaporador Rotativo (en adelante Rotavapor) en los laboratorios de Síntesis, Análisis y Purificación, de uso obligatorio para los trabajadores de la empresa Síntesis S.A., como documento informativo de entrega a los trabajadores

2.- ALCANCE

Este procedimiento es de aplicación en todos los laboratorios de la empresa Síntesis S.A., aplicándose de forma obligatoria las normas aquí indicadas.

El responsable de cada laboratorio deberá velar por el cumplimiento de este procedimiento, respetando los tiempos necesarios y procurando que los trabajadores dispongan de los materiales necesarios.

3.- RESPONSABILIDADES:

Trabajadores usuarios

- Utilizar los Rotavapores cumpliendo con las normas que se determinan en el procedimiento.
- Poner en conocimiento del responsable de laboratorio las situaciones de anomalía que puedan surgir en la operativa normal.

Responsable de Laboratorio

- Comprobar que las tareas se realizan de acuerdo con el procedimiento. Dejando constancia por escrito de aquellas situaciones anómalas que sucedan y que impidan la correcta aplicación del presente procedimiento.

Dirección:

- Facilitar los recursos humanos y técnicos para la ejecución de las actuaciones de control.

4.- NORMATIVA DE REFERENCIA

Para el presente procedimiento se han contemplado la normativa e instrucciones que a continuación se detallan:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10/11/95) y las reglamentaciones que la desarrollan.
- RD 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.

5.- PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

El rotavapor es un equipo destinado a realizar destilaciones a baja presión. El matraz de destilación se conecta al tubo evaporador que dirige los vapores de los disolventes hacia el interior de un refrigerante de tipo serpentín, y se asegura con una pinza clip. Una vez que los vapores condensan, el disolvente se recoge en el matraz colector. El rotavapor lleva incorporado un motor rotatorio que hace girar el matraz y evita que el disolvente salte violentamente mientras se aplica vacío. Este mecanismo, permite que el líquido interior humedezca una mayor superficie de matraz y contribuye a que la evaporación se realice de manera controlada. El matraz de destilación puede calentarse externamente mediante un baño termostático de agua. Para facilitar la colocación del matraz el tubo y su introducción en el baño de agua, el rotavapor está unido a un soporte metálico que mediante un motor permite subir y bajar todo el montaje, hay otros equipos en los que se sube y se baja el baño. En uno u otro caso las normas de seguridad son las mismas.

El aparato sólo pueden utilizarlo personal de laboratorio y otras personas que gracias a su formación y experiencia profesional conocen los peligros potenciales que pueden resultar de la utilización del instrumento.

El personal sin formación o las personas que se encuentren en estos momentos realizándola precisan de una cuidadosa supervisión por parte de una persona cualificada. Este manual de instrucciones sirve como base para esta formación.

El evaporador rotativo ha sido diseñado para su uso en laboratorios técnicos y en producción. Está autorizado su uso en aplicaciones que trabajan con la evaporación y condensación de disolventes como: Evaporación de disolventes y suspensiones, síntesis y limpieza de sustancias químicas refinadas, reacciones bajo reflujo, reciclado y concentración de disolventes, recristalización y secado de polvos y granulados.

Quedan expresamente prohibidas las utilizaciones siguientes:

- La producción y procesamiento de materiales que pueden provocar reacciones espontáneas (p.ej. explosivos; hidruros metálicos o disolventes que pueden formar peróxidos)
- Procesamiento con mezclas de gas explosivo
- Trabajar sin sumergir el matraz de evaporación en el baño de agua (riesgo de rotura).
- Refrigeración de choque del matraz de evaporación y otros componentes de vidrio

Antes de utilizar el rotavapor el trabajador comprobará lo siguiente:

- Se dispone de tapones y soportes para los matraces que se vayan a utilizar.
- En el caso de tener que evaporar disolventes especialmente peligrosos y/o con productos de síntesis de los que se espere que sean especialmente tóxicos y/o bastante volátiles, se comprobará que el brazo extractor funciona correctamente y no está siendo utilizado por otro compañero, si se diera esta situación, deberá esperar a que quede el brazo libre y se pueda usar el rotavapor situado próximo al mismo.
- Todas las salidas de venteo de rotavapores/bombas estarán conectadas a las extracciones de los rotavapores o de vitrinas próximas, extracciones que estarán permanentemente conectadas mientras duren las operaciones.

El rotavapor se usará del siguiente modo:

1. Colocar la disolución cuyo disolvente se quiere evaporar en un matraz de fondo redondo y llenarlo como máximo hasta la mitad de su capacidad. El matraz se llevará tapado hasta el rotavapor.
2. Comprobar que el matraz colector está vacío y que el tubo evaporador está limpio. Si como consecuencia de la destilación anterior, el matraz colector contiene un disolvente de punto de ebullición inferior al de aquel que se pretende eliminar, el proceso de evaporación se retardará considerablemente.
3. Levantar el montaje. En caso el caso de tener que evaporar disolventes especialmente peligrosos y/o con productos de síntesis de los que se espere que sean especialmente tóxicos y/o bastante volátiles, colocar el brazo extractor móvil sobre el acople del matraz al rotavapor, de modo que al quitar el tapón capte los vapores que se puedan desprender.

4. Destapar y acoplar rápidamente el matraz de destilación a la boca esmerilada del tubo evaporador y sujetar con una pinza para evitar que se caiga al baño de agua.
5. Abrir el agua del refrigerante.
6. Encender el motor que hace girar el matraz. Regular la velocidad del giro de manera que no haya proyección del líquido del matraz hacia el interior del tubo evaporador.
7. Conectar la fuente de vacío seleccionando la presión de acuerdo al disolvente o disolventes a evaporar en función de la temperatura del baño (55-60°C habitualmente), y cerrar la llave que comunica el sistema con el exterior. Todas las salidas de venteo de rotavapores/bombas estarán conectadas a las extracciones de los rotavapores o de vitrinas próximas.

Una vez conectado el vacío el sistema debe quedar totalmente cerrado y con presión negativa respecto al exterior, por lo que no pueden escapar gases o vapores en el entorno próximo. En el caso de haber conectado el brazo extractor se procederá a desconectarlo y apartarlo de la zona.

8. Accionando el motor, bajar el montaje hasta que el matraz de destilación quede parcialmente sumergido en el baño. Encender la calefacción del baño y calentar a la temperatura mínima necesaria para conseguir la evaporación del disolvente (40-45°C).
9. Continuar la destilación hasta que no se observa más condensación de vapores en el matraz colector y el volumen del contenido del matraz de destilación no disminuya más.
10. Disponer junto al baño de un anillo soporte para dejar el matraz de destilación y un tapón adecuado al mismo que se usará para retirar el matraz del rotavapor.
11. Accionar el motor para levantar el montaje hasta sacar el matraz de destilación del baño de agua.
12. Debe esperarse el enfriamiento del matraz que contenga la mezcla antes de eliminar el vacío.
13. Desconectar en primer lugar el vacío, el paso de vacío a presión atmosférica debe hacerse de manera gradual y lentamente abriendo la llave que comunica el sistema con el exterior.
14. Si se espera que los productos de la reacción presentes en la mezcla se sospecha que puedan ser especialmente tóxicos y/o bastante volátiles colocar el brazo extractor sobre la boca del matraz y sobre la llave de apertura de vacío.

15. Detener el motor rotatorio y retirar el matraz de destilación de la boca del tubo evaporador y tape inmediatamente.
16. Cerrar la fuente de vacío y espere unos minutos antes de detener el flujo de agua de refrigerante, apagar la calefacción del baño.
17. Disponer de un soporte adecuado para el matraz colector y de un tapón adecuado al mismo antes de proceder a su desconexión.
18. El matraz colector se desconectará y tapaná inmediatamente, se llevará tapado hasta una vitrina con extracción, donde se procederá como corresponda. En caso de que el rotavapor quede sucio se dejará el brazo de extracción conectado mientras se comprueba el rotavapor y se verifica si es necesario limpiarlo. Para retirar los residuos de disolvente después de la evaporación, se montará un matraz colector y otro de evaporación de evaporación vacío, se cerrará el sistema y se evacuará el sistema a una presión muy baja.
19. Finalmente se colocará un matraz colector limpio y se podrá desconectar el vacío y la extracción.

Es importante conocer el punto de ebullición del disolvente que se va a eliminar para no sobrecalentar ni calentar demasiado poco el baño de agua. Si el producto que se quiere aislar es líquido, también debería conocerse su punto de ebullición, para evitar evaporarlo junto con disolvente.

Los balones no deben llenarse excesivamente y debe evitarse un sobrecalentamiento de la mezcla tratada por evaporación. Si existe la posibilidad de que se formen productos inestables (por ejemplo peróxidos) no se llevará la mezcla a sequedad.

En el caso de trabajar con sustancias cancerígenas, mutágenas, muy tóxicas o corrosivas se utilizarán los rotavapores ubicados en las vitrinas. ¡ATENCIÓN!, por ejemplo en caso de ácidos, oxiclورو de fosforo, bromo, sulfuros, etc..., entre otros. El procedimiento de trabajo será igual al antes descrito con la salvedad de que no será necesario la utilización de un brazo extractor al trabajar dentro de una campana. La vitrina se mantendrá tan baja como se pueda para realizar las maniobras de conexión y desconexión de matraces al rotavapor. Se tapanán una vez que se desconecten del rotavapor.

6. LISTA DE DISOLVENTES COMUNES EMPLEADOS EN LOS LABORATORIOS Y LA PRESION DE EBULLICION A 40°C.

Debe colocarse copia visible en la zona de rotavapores de cada laboratorio.

Rotavapores: Presión de Ebullición a 40°C.

Disolvente	Punto de Ebullición a 1013 mbar	VACIO A EMPLEAR (mbar) 40°C (en el matraz)
Ácido acético	118	44
Acetona	56	556
Acetonitrilo	82	226
n-Pentanol	138	11
n-Butanol	118	25
t-Butanol	82	130
Acetato de butilo	126	39
Acetato de etilo	77	240
Clorobenceno	132	36
Cloroformo	62	474
Ciclohexano	81	235
Diclorometano	40	P.ATM*
Dietil éter	35	P.ATM*
1,2-dicloroetileno (trans)	48	751
Diisopropil éter	68	375
Dioxano	101	107
1,2-dicloroetano	84	312
Dimetil formamida (DMF)	153	11
Etanol	79	175
Etilmetil cetona	80	243
Heptano	98	120
Hexano	69	335
Isopropil alcohol	82	137
Isoamilalcohol	129	14
Metanol	65	337
2-Me-tetrahidrofurano	80	350
Pentano	36	P.ATM*
n-Propanol	97	67
Pentacloroetano	162	13
1,1,2,2-Tetracloroetano	146	35
1,1,1-Tricloroetano	74	300
Tetracloroetileno	121	53
Tetraclorometano	77	271
Tetrahidrofurano	67	357
Tolueno	111	77
Tricloroetileno	87	183
Xileno	138-144	25
Agua	100	72