A thick dark grey vertical bar on the left side of the page. A grey arrow-shaped graphic points to the right from the bar, containing the year 2020.

2020

Módulo VI. Identificación de reactivos

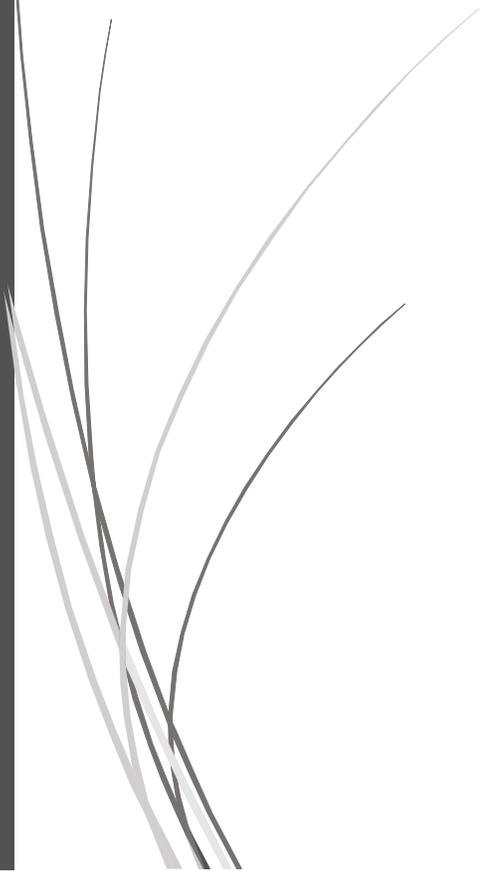
Elaborado por:

Sandra Milena Bonilla Castañeda

Kiara Jaidine Gutiérrez Quiceno

Francy Julieth Osorio Vélez

María Victoria Sánchez Escobar

A series of thin, curved, overlapping lines in shades of grey and black, resembling stylized grass or reeds, located in the bottom left corner of the page.

Escuela de Tecnología Química
Universidad Tecnológica de Pereira

Tabla de contenido

Introducción	5
1. Ficha de datos de seguridad	5
1.1 Contenido de una MSDS.....	6
Sección 1	6
Sección 2	7
Sección 3	9
Sección 4	10
Sección 5	11
Sección 6	12
Sección 7	12
Sección 8	13
Sección 9	15
Sección 10	16
Sección 11	17
Sección 12	19
Sección 13	20
Sección 14	21
Sección 15	21
Sección 16	22
2. Etiqueta de reactivos	23
3. Almacenamiento de reactivos	25
3.1 Normas generales para el almacenamiento de sustancias químicas	25
3.2 Líneas de actuación básicas para alcanzar un almacenamiento adecuado y seguro	28
3.3 Estrategias de almacenamiento.....	29
3.4 Medidas preventivas	31
Grupo 1. Inflamables compatibles con agua	31
Grupo 2. Inflamables incompatibles con agua	31
Grupo 3. No inflamables compatibles con agua	32
Grupo 4. No inflamables incompatibles con agua	33
Grupo 5. Productos inestables a temperaturas superiores a las ambientales.....	33
Grupo 6. Productos inestables o muy volátiles a temperaturas que necesitan un ambiente refrigerado	34

Grupo 7. Pirofóricos	34
Grupo 8. Gases comprimidos, licuados o disueltos contenidos en botellas o botellones	34
3.4 Almacenamiento de pequeñas cantidades	35
4. Incompatibilidades químicas	35
Matriz de compatibilidad.....	38
5. Materiales de referencia	41
El papel de material de referencia	43
6. Tipos de agua.....	44
6.1 Clasificación de los tipos de agua según ASTM 1193:2001	44
6.2 Clasificación de los tipos de agua según NC - ISO 13696:2004	45
6.3 Definiciones de calidades de agua	45
6.4 Purificación de agua.....	47
Tratamiento de agua para obtener agua de alta pureza según ASTM 1193:2001.	47
Tratamiento de agua para obtener agua grado III según NC - ISO 3696:2004.	
Destilación	48
Bibliografía	49

Índice de tablas

Tabla 1. Separación entre grupos de productos	30
Tabla 2. Compuestos que reaccionan fuertemente con el agua	35
Tabla 3. Compuestos que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno	36
Tabla 4. Grupos de sustancias incompatibles	36
Tabla 5. Sustancias químicas y sus correspondientes incompatibilidades	36
Tabla 6. Reacciones peligrosas de los ácidos	38
Tabla 7. Sustancias fácilmente peroxidables	30
Tabla 8. Relación colores y clases de sustancias.....	40
Tabla 9. Clasificación del agua de acuerdo con su característica fisicoquímica. Especificaciones según la norma ASTM 1193:2001	46
Tabla 10. Clasificación del agua de acuerdo con su característica fisicoquímica. Especificaciones según la BS 3978:1987	46
Tabla 11. Clasificación del agua de acuerdo con su característica fisicoquímica. Especificaciones según ISO 3696:1987 y la NC-ISO 3696:2004	47
Tabla 12. Comparación de los parámetros fisicoquímicos y valores de las definiciones de calidad de agua según ASTM, BSI, ISO y NC-ISO	47

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplo de ficha de datos de seguridad	6
Figura 2. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 1	7
Figura 3. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 2	8
Figura 4. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 3	9
Figura 5. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 4	11
Figura 6. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 5	11
Figura 7. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 6	12
Figura 8. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 7	13
Figura 9 Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 8	14
Figura 10. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, continuación sección 8	15
Figura 11. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 9	16
Figura 12. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 10	17
Figura 13. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 11	18
Figura 14. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, continuación sección 11	19
Figura 15. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 12	20
Figura 16. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 13	20
Figura 17. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 14	21
Figura 18. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 15	22
Figura 19. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 16	23
Figura 20. Elementos que debe llevar la etiqueta de un reactivo	25
Figura 21. Ejemplo de etiqueta elaborada en la sala de reactivos de la Escuela de Química	25
Figura 22. Ventajas y errores en el almacenamiento	28
Figura 23. Tablas de compatibilidad	39
Figura 24. Tablas de compatibilidad	39
Figura 25. Cuadro de compatibilidad por característica de peligro	40
Figura 26. Descripción del uso de materiales de referencia y pruebas de aptitud y/o comparaciones Inter laboratorios en el proceso analítico	42

MÓDULO VI. IDENTIFICACIÓN DE REACTIVOS

INTRODUCCIÓN

Para que un almacén de productos químicos se organice con seguridad deben considerarse, no sólo, las normas de espacio, sino las incompatibilidades químicas entre los productos almacenados. Este criterio es muy importante ya que reduce el riesgo de contacto entre sustancias de reacción peligrosa. Así mismo es necesario realizar un buen etiquetado de los reactivos teniendo en cuenta la información que brinda la ficha de datos de seguridad, ya que es un documento clave en un almacén de productos químicos.

Adicional a esto es necesario mencionar también los materiales de referencia, ya que hoy en día se han convertido en reactivos de alto uso debido a las necesidades de las diferentes pruebas que se realizan en los laboratorios; así como es de vital importancia conocer los diferentes tipos de agua de acuerdo con la normatividad colombiana.

Por lo anterior, se elabora este módulo correspondiente a la identificación de reactivos, su almacenamiento de acuerdo con sus peligros, donde también se dará a conocer la importancia de los materiales de referencia y los diferentes tipos de agua, sus características y sus usos.

1. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Es un importante documento que permite comunicar, en forma muy completa, los peligros que ofrecen los productos químicos tanto para el ser humano como para la infraestructura y los ecosistemas. También informa acerca de las precauciones requeridas y las medidas a tomar en casos de emergencia.

Comúnmente se le conoce con el nombre MSDS, sigla que proviene del idioma inglés y se traduce “Hoja de Datos de Seguridad de Materiales” o ficha de seguridad; una MSDS es diferente de una “ficha técnica” ya que ésta tiene más información acerca de las especificaciones exactas e instrucciones para el uso del producto. [1]

Los usuarios de sustancias químicas son empresas o personas dentro de la Unión Europea y el Espacio Económico Europeo que utilizan una sustancia, como tal o en forma de mezcla, en sus actividades industriales o profesionales.

Las fichas de datos de seguridad están destinadas tanto a los trabajadores que manipulan sustancias químicas como a los responsables de la seguridad.

El formato de la ficha de datos de seguridad se define en el Reglamento REACH. Se divide en 16 secciones, cada una de las cuales se describe en la siguiente parte de la presente Guía. [2]

¿Quién la elabora?

Cada producto químico o mezcla de ellos, debe tener su hoja de seguridad; por ello quien la elabora debe ser quien conoce a la perfección sus propiedades, es decir, el fabricante del producto. Para construir este documento puede ser necesario enviar muestras de los productos a entidades especializadas y serias donde realizan las respectivas pruebas

toxicológicas, propiedades fisicoquímicas, etc., o realizar una revisión bibliográfica responsable. Es muy importante entonces observar la fuente de la información para mayor confiabilidad.

¿Quién suministra las MSDS?

Los fabricantes que emiten sus hojas de seguridad confían la administración y suministro de estas a centros de información, como CISTEMA, que existen en diferentes países y en los cuales se acopia la información en bancos de datos. Dichos centros tienen la ventaja de prestar un servicio 24 horas, muy útiles en caso de emergencia o para consultas permanentes; de lo contrario, cada empresa fabricante requeriría contar con servicios similares únicamente para dar respuesta sobre la peligrosidad de sus productos.

¿Qué normatividad existe al respecto?

En la actualidad, el decreto 1609 de 2002 sobre transporte de mercancías peligrosas en Colombia obliga el uso del formato de elaboración para MSDS según la norma técnica NTC 4435, última actualización: 15-12-2010. Dicho documento sugiere 16 secciones organizadas en los siguientes bloques de información que respondan a las preguntas:

1. Identificación (secciones 1-3) Cuál es el material y qué necesito saber inmediatamente en una emergencia?
2. Emergencias (secciones 4-6) Qué debo hacer si se presenta una situación peligrosa?
3. Manejo y precauciones (secciones 7-10) Cómo puedo prevenir que ocurran situaciones peligrosas?
4. Complementario (secciones 11-16) Existe alguna otra información útil acerca de este material?

En Colombia el uso de las MSDS está reglamentado también por la ley 55 de 1993, promulgada por el decreto 1973 de 1995. [1]

1.1 Contenido de un MSDS



Figura 1. Ejemplo de ficha de datos de seguridad

➤ Sección 1

Ofrece información sobre:

- El nombre de la sustancia, o de la mezcla, el nombre comercial o la denominación de la mezcla.

- Otros identificadores tales como nombres comerciales, nombres alternativos, números CE y CAS o números de clasificación con arreglo al anexo VI del Reglamento CLP.
- Los usos a los que está destinado la sustancia química y los usos desaconsejados.
- Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad;
- Teléfono de emergencia. Si la sustancia se ha registrado con arreglo a REACH, la sección 1.1 incluirá un número de registro de REACH. Este número casi siempre comienza con «01» (p. ej., 01-xxxxxxx-nn-nnnn). Si el producto es una mezcla, los números de registro de las sustancias presentes en la mezcla figurarán en la sección 3.2.

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : **Ácido sulfúrico**

Referencia : 258105

Marca : SIGALD

No. Índice : 016-020-00-8

REACH No. : 01-2119458838-20-XXXX

No. CAS : 7664-93-9

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Inc.
3050 Spruce Street
ST. LOUIS MO 63103
UNITED STATES

Teléfono : +1 314 771-5765

Fax : +1 800 325-5052

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : +1-703-527-3887

Figura 2. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 1.

➤ **Sección 2**

Ofrece información sobre:

- La clasificación de peligro de la sustancia química;
- El modo en que debe etiquetarse la sustancia química (pictogramas de peligro, indicaciones de peligro y consejos de seguridad).
- Cualquier información sobre peligros adicional que no se tenga en cuenta en la clasificación y, en su caso, por qué se trata de una sustancia PBT o mPmB.

La información sobre clasificación y etiquetado consignada aquí debe ser coherente con la que figure en las etiquetas de la sustancia o mezcla química en cuestión.

La clasificación y el etiquetado de las sustancias químicas están sujetos a proceso general de modificación. En la UE, está en vigor el Reglamento de clasificación, etiquetado y envasado (CLP), en virtud del que se aplica el Sistema Globalmente Armonizado de las Naciones Unidas (SGA).

SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Corrosivos para los metales (Categoría 1), H290

Corrosión cutáneas (Sub-categoría 1A), H314

Lesiones oculares graves (Categoría 1), H318

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H290

Puede ser corrosivo para los metales.

H314

Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Declaración(es) de prudencia

P280

Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

P301 + P330 + P331

EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.

P303 + P361 + P353

EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua.

P305 + P351 + P338 + P310

EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

Declaración Suplementaria del Peligro ninguno(a)

2.3 Otros Peligros

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

Figura 3. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 2.

Otros peligros

Deberá proporcionar aquí cualquier información adicional sobre los peligros que no se tenga en cuenta para la clasificación, incluido, en su caso, si se trata de una sustancia PBT o mPmB.

Tal información podrá aportarse en forma de declaraciones tales como: «Puede formarse una mezcla de polvo y aire explosiva si se dispersa», «Riesgo de ceguera

en caso de ingestión del producto» o «La evaluación de esta sustancia determina que no es PBT ni mPmB».

El estado de PBT o mPmB debe coincidir con los resultados de cualquier evaluación PBT o mPmB indicado en la sección 12.5 (solo será necesario en caso de que exista un informe sobre la seguridad química).

➤ Sección 3

Proporciona información sobre la composición del producto químico. Si se trata de una sustancia, la información se proporciona en la sección 3.1. Si el producto químico es una mezcla, la información se indica en la sección 3.2.

La información suele facilitarse en forma de cuadro. Incluye el nombre y/o la denominación comercial, así como otros identificadores (tales como el número CAS, el número de registro, etc.) de las sustancias, ingredientes o impurezas que:

- Deben tenerse en cuenta en la clasificación de peligro general,
- Están presentes en concentraciones que superan determinados niveles de preocupación o
- Llevan aparejados valores límite de exposición profesional. En cuanto a las mezclas, la concentración o la gama de concentraciones en la que está presente el constituyente.

Un proveedor puede incluir aquí constituyentes o componentes no peligrosos si elige indicar la composición completa de la sustancia o mezcla.

SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

Formula : H_2O_4S
Peso molecular : 98,08 g/mol
No. CAS : 7664-93-9
No. CE : 231-639-5
No. Índice : 016-020-00-8

Componente	Clasificación	Concentración
Ácido sulfúrico	Met. Corr. 1; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; H290, H314, H318 Límites de concentración: >= 15 %: Skin Corr. 1A, H314; 5 - < 15 %: Skin Irrit. 2, H315; 5 - < 15 %: Eye Irrit. 2, H319; >= 1 %: Met. Corr. 1, H290;	<= 100 %

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

Figura 4. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 3.

Sustancias y mezclas

Si la sustancia o mezcla está clasificada como peligrosa según lo definido en el Reglamento de clasificación, etiquetado y envasado (CLP), los ingredientes peligrosos o impurezas se presentarán en un cuadro en el que se indique el nombre químico y el número CE y/o CAS. Si se dispone de él, también se incluirá el número de registro.

Si se ha autorizado un nombre químico alternativo con arreglo al Reglamento de clasificación, envasado y etiquetado (CLP) (o a la Directiva sobre preparados peligrosos antes del 1 de junio de 2015), aquél podrá utilizarse para una sustancia en una mezcla.

En cuanto a las mezclas, deberá describirse la clasificación de las sustancias constituyentes o el motivo por el que se indican en la sección 3.2 (por ejemplo, «sustancia mPmB no clasificada» o «sustancia a la que se aplica un límite comunitario de exposición en el lugar de trabajo»).

➤ Sección 4

Ofrece información sobre:

- Las medidas de primeros auxilios que deben adoptarse en caso de exposición accidental al producto químico;
- Los síntomas y los efectos de la exposición;
- Indicaciones sobre si es necesario ofrecer atención médica de urgencia o especial (antídotos o supervisión médica) o adoptar otras medidas (equipos de protección personal para los encargados de dispensar los primeros auxilios).

Las medidas de primeros auxilios deben describirse de manera que puedan ser comprendidas y ejecutadas por una persona leiga y ser coherentes con las medidas de precaución descritas en la sección 2.2.

Es útil llevar consigo la ficha de datos de seguridad cuando se pretende obtener atención médica después de una exposición accidental al producto químico. Podría proporcionarse información adicional destinada específicamente a personal médico en un epígrafe titulado «Notas para el médico». La información aquí facilitada puede contener terminología médica especial que puede ser difícil de entender para el personal no médico.

SECCIÓN 4. Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Quítese inmediatamente la ropa y zapatos contaminados. Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Por 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.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

Figura 5. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 4.

➤ Sección 5

Ofrece información sobre:

- Las medidas de extinción de incendios de aplicación en caso de un incendio en el que esté presente el producto químico;
- Los posibles peligros derivados del producto químico en caso de incendio (a saber, productos de combustión peligrosos o riesgos de explosión de nube de vapor).

Esta sección también puede contener información específica para los servicios de extinción de incendios, incluido el equipo de protección especial que deba utilizarse.

Preste especial atención a los medios de extinción inadecuados que se describen en la sección 5.1. Su uso puede provocar reacciones químicas o físicas que entrañen un peligro potencial adicional. Por ejemplo, ciertas sustancias emiten gases inflamables o tóxicos al entrar en contacto con el agua.

SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de azufre

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

5.4 Otros datos

Sin datos disponibles

Figura 6. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 5.

➤ Sección 6

Ofrecen recomendaciones sobre cómo tratar las fugas o los derrames accidentales de productos químicos para prevenir o minimizar los posibles efectos adversos. Las recomendaciones se refieren a los siguientes aspectos:

- Contención, recuperación y métodos de limpieza;
- Precauciones personales que habrán de adoptarse en el curso de las acciones correspondientes.

Esta sección puede remitir a las secciones 8 y 13, para evitar la repetición de información pertinente en caso de posibles vertidos accidentales. Si se hace referencia a otras secciones, estas habrán de cumplimentarse de manera adecuada

SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras. Equipo de protección individual, ver sección 8.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Empapar con material absorbente inerte y eliminar como un desecho especial. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

Figura 7. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 6.

➤ Sección 7

Proporciona información sobre cómo manipular y almacenar los productos químicos en condiciones de seguridad, con el fin de evitar incidentes potencialmente peligrosos. La información es adecuada a los usos identificados en la sección 1.2 y a las propiedades de la sustancia química (según se indican, concretamente, en las secciones 9 y 10). Debe ser coherente con cualquier escenario de exposición facilitado.

Los consejos en materia de prácticas de manipulación segura pueden referirse a los siguientes aspectos:

- Contención y medidas de prevención de incendios y generación de polvo y aerosoles;
- Prevención de peligros debidos a la incompatibilidad de sustancias o mezclas;

- Reducción de la liberación de la sustancia o la mezcla en el medio ambiente, por ejemplo, evitando los vertidos o manteniendo el producto alejado de los desagües;
- Adopción de buenas prácticas de higiene en el trabajo. Los consejos en materia de prácticas de almacenamiento seguro pueden referirse a los siguientes aspectos:
- Gestión de los riesgos asociados a atmósferas explosivas, condiciones corrosivas, riesgos de inflamabilidad, etc.;
- Control de los efectos del entorno, tales como el clima, la humedad, vibraciones, etc.;
- Mantenimiento de la integridad de una sustancia o mezcla;
- Otros consejos, tales como los requisitos de ventilación, límites de cantidad, etc.

Además de la información que se facilita en esta sección, la sección 8 también puede contener información pertinente.

SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evitar la inhalación de vapor o neblina.
Ver precauciones en la sección 2.2

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

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. Almacenar en un lugar fresco.

7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

Figura 8. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 7

➤ Sección 8

Proporciona información importante sobre valores límite de exposición (sección 8.1) y medidas de control de la exposición (sección 8.2). La información se adecua a las propiedades de los productos químicos y a todos los usos previstos (según se describe en la sección 1.2 o en los escenarios de exposición que pueden adjuntarse a la ficha de datos de seguridad).

Sección 8.1. Parámetros de control Se facilitarán siempre los límites de exposición relativos a trabajadores, consumidores y al medio ambiente, según proceda. Se incluirán los valores límite de exposición profesional (LEP), los niveles sin efecto derivado (DNEL), las concentraciones previstas sin efecto (PNEC), etc. Además de los LEP aplicables en su país, podrían indicarse asimismo los valores límites válidos en otros países, dependiendo del mercado de su proveedor. Puede consultar la definición de términos técnicos como LEP o DNEL en la base de datos ECHAterm(<https://echa-term.echa.europa.eu/>).

Sección 8.2. Controles de la exposición Se describirán las medidas adoptadas para gestionar los riesgos y garantizar el uso seguro de los productos químicos, lo que comprenderá tanto los controles técnicos como las medidas de protección personal. Las medidas están destinadas a reducir la exposición de los trabajadores y del medio ambiente hasta alcanzarse un nivel seguro. Es posible encontrar información más detallada sobre los controles de exposición en cualquiera de los escenarios de exposición adjuntos a la ficha de datos de seguridad.

Los controles de exposición descritos en la sección 8.2 son las medidas de protección que deben tomarse durante el uso de la sustancia o mezcla para reducir la exposición del trabajador y del medio ambiente hasta alcanzarse un nivel seguro. Entre ellas cabe citar:

- Controles técnicos apropiados;
- Equipos de protección personal (incluidas especificaciones detalladas como el tiempo de penetración o referencias a normas CEN pertinentes);
- Controles de exposición medioambiental.

Esta subsección puede referirse a los escenarios de exposición o a la sección 7 de la ficha de datos de seguridad (Manipulación y almacenamiento), si las medidas se describen con mayor detalle. Los resúmenes de la sección 8.2, deben ser coherentes con la información consignada en el escenario de exposición.

SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

Nivel sin efecto derivado (DNEL)

Área de aplicación	Vía de exposición	Efecto en la salud	Valor
Trabajadores	Inhalación	Aguda - efectos locales	0,1 mg/m ³
Trabajadores	Inhalación	A largo plazo - efectos locales	0,05 mg/m ³

Concentración prevista sin efecto (PNEC)

Compartimento	Valor
Agua de mar	0,00025 mg/l
Agua dulce	0,0025 mg/l
Sedimento marino	0,002 mg/kg
Sedimento de agua dulce	0,002 mg/kg
Planta de tratamiento de aguas residuales in situ	8,8 mg/l

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm). Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes

Figura 9. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 8.

contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones del Reglamento (UE) 2016/425 y de la norma EN 374 derivada del mismo.

Sumerción

Material: Caucho fluorado
espesura mínima de capa: 0,7 mm
Tiempo de penetración: 480 min
Material probado: Vitoject® (KCL 890 / Aldrich Z677698, Talla M)

Salpicaduras

Material: Caucho nitrilo
espesura mínima de capa: 0,2 mm
Tiempo de penetración: 30 min
Material probado: Dermatril® P (KCL 743 / Aldrich Z677388, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

Protección Corporal

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores toda la cara con combinación multi-proposito (EEUU) o tipo ABEK (EN 14387 ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador. Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Control de exposición ambiental

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Figura 10. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, continuación sección 8.

➤ **Sección 9**

Ofrece información sobre:

- Las propiedades físicas y químicas básicas de la sustancia química o la mezcla (tales como la apariencia, el olor, el pH, el punto de ebullición, etc.) que son pertinentes para la clasificación y para los peligros;
- Propiedades físicas y químicas que no son pertinentes o con respecto a las que no se dispone de información y el motivo de dicha carencia.

SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: claro, líquido
b) Olor	Sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	Sin datos disponibles
d) pH	1,2 a 5 g/l
e) Punto de fusión/ punto de congelación	3 °C
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	290 °C - lit.
g) Punto de inflamación	No aplicable
h) Tasa de evaporación	Sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	Sin datos disponibles
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	Sin datos disponibles
k) Presión de vapor	1,00 mmHg a 145,8 °C
l) Densidad de vapor	3,39 - (Aire = 1.0)
m) Densidad relativa	1,84 gcm ³ a 25 °C
n) Solubilidad en agua	soluble
o) Coeficiente de reparto n- octanol/agua	Sin datos disponibles
p) Temperatura de auto-inflamación	Sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	Sin datos disponibles
r) Viscosidad	Sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	Sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	Sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad

Tensión superficial 55,1 mN/m a 20 °C

Densidad relativa del vapor 3,39 - (Aire = 1.0)

Figura 11. Ejemplo de ficha de datos de seguridad sección 9.

➤ Sección 10

Ofrece información sobre:

- La estabilidad de la sustancia o de la mezcla;
- Reacciones peligrosas que podrían darse en ciertas condiciones de uso o de producirse una emisión al medio ambiente;
- Condiciones que deben evitarse;

- Materiales incompatibles;
- Productos de descomposición peligrosos.

Los peligros asociados a la estabilidad y reactividad están relacionados con las propiedades físicas y químicas indicadas en la sección 9. La práctica habitual consiste en utilizar la sección 9 para indicar las propiedades mensurables derivadas de procedimientos de ensayo, mientras que en la sección 10 se ofrecen descripciones (cualitativas) de posibles consecuencias.

SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

Sin datos disponibles

10.5 Materiales incompatibles

Bases, Haluros, Materiales orgánicos, Carburos, fulminatos, Nitratos, picratos, Cianuros, cloratos, haluros alcalinos, sales de zinc, Permanganatos, por ejemplo permanganato potásico, Peróxido de hidrógeno, azidas,, Percloratos., Nitrometano, fósforo, Reacciona violentamente con:; ciclopentadieno, oxima de ciclopentadieno, nitroarilaminas, disiciliuro de hexalio, óxido de fósforo(III), Metales en polvoAgentes oxidantes fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Óxidos de azufre

Otros productos de descomposición peligrosos - Sin datos disponibles

En caso de incendio: véase sección 5

Figura 12. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 10.

➤ Sección 11

Está destinada principalmente a profesionales médicos, profesionales de la seguridad y salud en el trabajo y toxicólogos y ofrece información detallada sobre:

- Las posibles vías de exposición;
- Los síntomas provocados por las características físicas, químicas y toxicológicas de la sustancia, la mezcla y/o el subproducto conocido;
- Los efectos adversos inmediatos o retardados, incluidos los efectos crónicos producidos por una exposición a corto y largo plazo.

Debería incluir asimismo una descripción del modo en que el producto químico se ha sometido a ensayo para determinar los peligros para la salud asociados y los resultados de tal ensayo.

El contenido de esta sección proporciona la base para la clasificación y las medidas de gestión del riesgo detalladas en la ficha de datos de seguridad. La información contenida en las secciones 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 14 y 15 debe ser coherente con la información toxicológica proporcionada aquí.

En esta sección puede facilitarse una gran cantidad de información, sobre todo en el caso de la SDS de una mezcla. En el caso ideal, se estructurará de modo que se establezca una distinción clara entre los datos correspondientes a una mezcla en su conjunto (donde proceda) y los relativos a las sustancias (componentes) individuales.

SECCIÓN 11. Información toxicológica

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - Rata - machos y hembras - 2.140 mg/kg

Observaciones: (ECHA)

CL50 Inhalación - Ratón - machos y hembras - 4 h - 0,85 mg/l

(Directrices de ensayo 403 del OECD)

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - Conejo

Resultado: Extremadamente corrosivo y destructivo para los tejidos.

Observaciones: (IUCLID)

Lesiones o irritación ocular graves

Provoca lesiones oculares graves.

Sensibilización respiratoria o cutánea

Sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

Prueba de Ames

Salmonella typhimurium

Resultado: negativo

(HSDB)

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Sin datos disponibles

Peligro de aspiración

Sin datos disponibles

Información Adicional

RTECS: WS5600000

El producto causa severa destrucción de los tejidos de las membranas mucosas, el tracto respiratorio superior, los ojos y la piel., espasmo, inflamación y edema de la laringe, espasmo, inflamación y edema de los bronquios, neumonitis, edema pulmonar, quemazón,

Figura 13. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 11.

Tos, sibilancia, laringitis, Insuficiencia respiratoria, Dolor de cabeza, Náusea, Vómitos, Edema pulmonar. Los efectos pueden no ser inmediatos.
Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Tras inhalación de aerosoles: lesión de las mucosas afectadas. Tras contacto con la piel: graves quemaduras con formación de costras. Tras contacto con los ojos: quemaduras, lesiones de la córnea. Tras ingestión: fuertes dolores (peligro de perforación!), malestar, vómitos y diarrea. Tras un periodo de latencia de algunas semanas, posibilidad de estrechamiento de la salida del estómago (estenosis del píloro).
Las otras propiedades peligrosas no pueden ser excluidas.
Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Figura 14. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, continuación sección 11.

➤ **Sección 12**

Ofrece información sobre:

- Los efectos de los productos químicos en el medio ambiente si se liberan;
- Qué sucede con el producto químico después de su emisión al medio ambiente (su destino final en el medio ambiente);
- El modo en que el producto químico se ha sometido a ensayos de toxicidad, persistencia y degradabilidad, potencial bioacumulativo y movilidad en el suelo, junto a los resultados de los ensayos.
- Los resultados de una evaluación PBT y mPmB, si se ha llevado a cabo en el marco de una valoración de la seguridad química. Podrá encontrar la definición de PBT y mPmB en ECHA-term.

El contenido de esta sección proporciona la base para la clasificación y las medidas de gestión del riesgo detalladas en la ficha de datos de seguridad. La información contenida en las secciones 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 14 y 15 debe ser coherente con la información ecológica proporcionada aquí.

Esta información puede ser útil para la gestión de los vertidos y para evaluar las prácticas de tratamiento de residuos, el control de los vertidos, las medidas en caso de vertido accidental y el transporte.

SECCIÓN 12. Información ecológica**12.1 Toxicidad**

Toxicidad para los peces	Ensayo estático CL50 - <i>Lepomis macrochirus</i> (Pez-luna Blugill) - > 16 - < 28 mg/l - 96 h Observaciones: (ECHA)
Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos	Ensayo estático CE50 - <i>Daphnia magna</i> (Pulga de mar grande) - > 100 mg/l - 48 h (OECD TG 202)
Toxicidad para las algas	Ensayo estático CE50r - <i>Desmodesmus subspicatus</i> (alga verde) - > 100 mg/l - 72 h (OECD TG 201)

12.2 Persistencia y degradabilidad

Los métodos para la determinación de la degradabilidad biológica no son aplicables para las sustancias inorgánicas.

12.3 Potencial de bioacumulación

Sin datos disponibles

12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

12.6 Otros efectos adversos

Efectos biológicos:

Efecto perjudicial por desviación del pH.

Corrosivo incluso en forma diluida.

No produce consumo biológico de oxígeno.

Existe peligro para el agua potable en caso de penetración en suelos y/o acuíferos.

Posible neutralización en depuradoras.

La descarga en el ambiente debe ser evitada.

Figura 15. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 12.

➤ **Sección 13**

Ofrece información sobre:

- La adecuada gestión de residuos relativa a la sustancia o mezcla;
- Los métodos de tratamiento apropiados de los residuos de sustancias o mezclas.

Si es probable que los residuos incluyan envases contaminados, también debería facilitarse asesoramiento sobre métodos de tratamiento de envases contaminados, según proceda.

La eliminación de residuos debe atenderse a la legislación local, nacional y europea.

SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación**13.1 Métodos para el tratamiento de residuos****Producto**

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Los residuos deben eliminarse de acuerdo con la directiva sobre residuos 2008/98/CE así como con otras normativas locales o nacionales. Deje los productos químicos en sus recipientes originales. No los mezcle con otros residuos. Maneje los recipientes sucios como el propio producto.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

Figura 16. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 13.

➤ Sección 14

Ofrece información sobre:

- La clasificación del transporte viario, ferroviario, marítimo, fluvial o aéreo de la sustancia o mezcla (número NU y datos conexos);
- Información adicional en los casos pertinentes, tales como códigos de restricción en túneles o indicación de la presencia de un contaminante marino;
- Precauciones especiales para el usuario (ello podría remitir a la sección 8 (Controles de exposición/Protección personal de la SDS));
- Información sobre el transporte a granel por mar o por vías navegables interiores, en caso de que la carga vaya a transportarse a granel con arreglo a los siguientes instrumentos de la OMI: El anexo II del Convenio MARPOL y el código IBC.

En esta sección se proporciona información sobre la clasificación del transporte aplicable a cada uno de los Reglamentos tipo de las Naciones Unidas que rigen el transporte en Europa.

SECCIÓN 14. Información relativa al transporte

14.1 Número ONU

ADR/RID: 1830

IMDG: 1830

IATA: 1830

14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: ÁCIDO SULFÚRICO

IMDG: SULPHURIC ACID

IATA: Ácido sulfúrico

14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: 8

IMDG: 8

IATA: 8

14.4 Grupo de embalaje

ADR/RID: II

IMDG: II

IATA: II

14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: no

IMDG Contaminante marino: no

IATA: no

14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

Figura 17. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 14.

➤ Sección 15

Ofrece información sobre:

- La legislación sobre seguridad y salud y sobre medio ambiente específica del producto químico que no esté indicada ya en la SDS.
- Si se ha llevado a cabo una valoración de la seguridad química (VSQ).

Entre la legislación pertinente puede incluirse cualquier información nacional y/o regional de índole reglamentaria sobre el producto químico correspondiente a los lugares donde se esté comercializando, así como la legislación de la Unión relativa a los trabajadores jóvenes o las trabajadoras embarazadas, a la protección fitosanitaria y los biocidas, la Directiva marco del agua, etc.

Al llevarse a cabo una VSQ relativa a sustancias peligrosas sujetas a registro en cantidades anuales de 10 o más toneladas, el solicitante de registro también deberá elaborar los escenarios de exposición en el marco de su valoración. Deberá indicarse en esta sección si una sustancia está sujeta a cualquier restricción o a autorización.

Legislación nacional pertinente

Compruebe si ha indicado la legislación nacional pertinente y si esta es coherente con la composición y la clasificación de la sustancia y la mezcla.

Autorización y restricción

Se aplican obligaciones específicas al uso de sustancias autorizadas. Consúltese la sección de Preguntas y respuestas Q&A 151 para más información. (<https://echa.europa.eu/support/qassupport/qas>) Si se aplica una restricción, habrá de respetarse.

SECCIÓN 15. Información reglamentaria

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

REACH - Restricciones a la fabricación, comercialización y uso de determinadas sustancias, preparados y artículos peligrosos (Anexo XVII)

15.2 Evaluación de la seguridad química

Se ha realizado una Valoración de la Seguridad Química para esta sustancia.

Figura 18. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 15.

➤ Sección 16

La información pertinente que no se haya incluido en las secciones anteriores se proporcionará en la sección 16. Ello podría incluir:

- Cambios con respecto a la anterior versión de la SDS. Si necesita una explicación sobre los cambios, póngase en contacto con su proveedor;
- Una explicación de cualesquiera abreviaturas y acrónimos utilizados;
- Las referencias bibliográficas y las fuentes de datos principales;
- En el caso de las mezclas, el procedimiento utilizado para obtener la clasificación;
- Frases de riesgo, indicaciones de peligro, frases de seguridad y/o medidas de precaución (número y texto completo) pertinentes;
- Asesoramiento sobre formación para quienes manipulen el producto químico;

- Un cuadro sinóptico o un índice del contenido de los escenarios de exposición adjuntos. Numerosas SDS incluirán una cláusula de exención de responsabilidad o un aviso al lector. Tales declaraciones no eximen del cumplimiento de las obligaciones jurídicas del proveedor de proporcionar información precisa y útil. [2]

SECCIÓN 16. Otra información

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

H290	Puede ser corrosivo para los metales.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H315	Provoca irritación cutánea.
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H319	Provoca irritación ocular grave.

Otros datos

Copyright 2018 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a www.sigma-aldrich.com y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

La marca que aparece en el encabezado y/o el pie de página de este documento puede no coincidir visualmente con el producto adquirido mientras hacemos la transición de nuestra marca. Sin embargo, toda la información del documento relativa al producto permanece sin cambios y coincide con el producto solicitado. Para más información, póngase en contacto con mlsbranding@sial.com

Figura 19. Ejemplo de ficha de datos de seguridad, sección 16.

2. ETIQUETA DE REACTIVOS

El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos (SGA o GHS por sus siglas en inglés) establece criterios armonizados para clasificar sustancias y mezclas con respecto a sus peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente. Incluye además elementos armonizados para la comunicación de peligros, con requisitos sobre etiquetas, pictogramas y fichas de seguridad. Los criterios establecidos en el SGA se basan en lo descrito en un documento denominado Libro Púrpura.

¿Por qué se creó el SGA?

El SGA surge a partir de la necesidad de armonizar los sistemas existentes de clasificación, etiquetado y fichas de seguridad de productos químicos. Un sistema de armonización fue consolidado en el sector del transporte, mediante el cual se dispone de criterios para la clasificación y etiquetado de productos químicos que presentan peligros físicos y/o peligro de toxicidad aguda (trabajo realizado por el Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas).

Las ventajas de implementar el SGA comprenden:

- Mejorar la protección de la salud humana y del medio ambiente, a través de un sistema de comunicación de peligros ininteligible en el plano internacional.
- Proporcionar un marco de clasificación reconocido para aquellos países que carecen del Sistema.
- Reducir la necesidad de efectuar ensayos y evaluaciones de los productos químicos, mediante la disponibilidad de información.
- Facilitar el comercio internacional de aquellos productos que han sido evaluados y clasificados según este Sistema

Uno de los objetivos del SGA es desarrollar un régimen de comunicación de peligro armonizado, con etiquetas, fichas de seguridad y símbolos fácilmente comprensibles y basados en los criterios de clasificación establecidos por el SGA. El sistema armonizado de comunicación de peligros comprende las herramientas apropiadas para transmitir información sobre cada una de las clases y categorías de peligro del SGA.

Las etiquetas deben contener los siguientes elementos:

- La identidad del producto, el nombre común, el nombre químico, o ambos. Si la sustancia contiene más de un componente químico, todos aquellos que ofrezcan peligro.
- Concentración de la sustancia es fundamental, ya que la peligrosidad puede relacionarse directamente con este parámetro. De igual manera, del dato de concentración se puede deducir el estado en el cual se encuentra el reactivo: líquido o sólido.
- Pictograma
- Palabra de advertencia
- Indicación de peligro
- Consejos de Prudencia

Un pictograma es una composición gráfica que sirve para comunicar una información específica. Consta de un símbolo y de otros elementos gráficos, tales como un borde, un dibujo o color de fondo. Los símbolos de peligro normalizados que se aplican en el SGA, son aquellos que forman parte del conjunto de símbolos que se utilizan en las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al transporte de mercancías peligrosas, Reglamentación Modelo; con el agregado de dos símbolos: aquel que representa peligro para la salud y el signo de exclamación.

Se resumen los elementos de la etiqueta según la categoría, indicando el capítulo del documento SGA en que se detallan los criterios de clasificación para cada categoría de peligro.

A continuación, se muestra un ejemplo de que elementos debe llevar la etiqueta de reactivos. [3] [4]

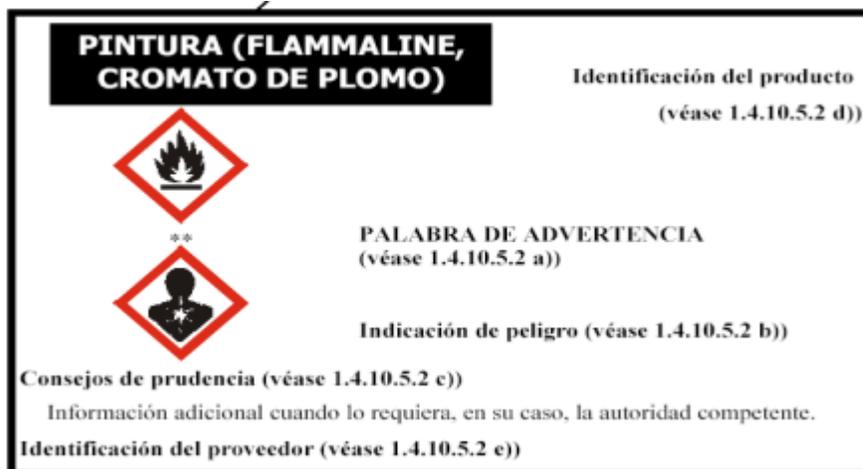


Figura 20. Elementos que debe llevar la etiqueta de reactivos. [3]

Teniendo en cuenta los elementos que debe llevar la etiqueta de reactivos de acuerdo con el etiquetado que sugiere el SGA, el personal de la Sala de Reactivos ha trabajado en la implementación de la etiqueta de reactivos teniendo en cuenta esta información.

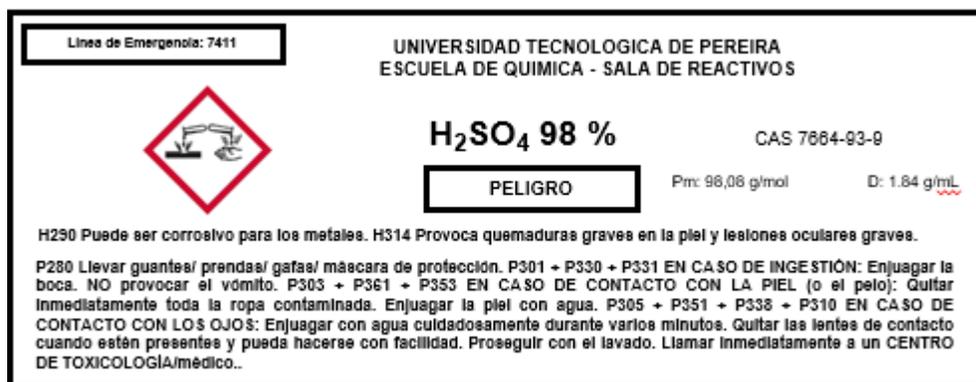


Figura 21. Ejemplo de etiqueta elaborada en la sala de Reactivos de la Escuela de Química. Fuente Elaboración propia.

3. ALMACENAMIENTO

Los productos químicos deben almacenarse de manera estable, correctamente cerrados y etiquetados, siguiendo los criterios de compatibilidad y en lugares específicos destinados a tal fin. Se deben extremar las precauciones con productos que deban almacenarse a baja temperatura, guardándolos en enfriadores o refrigeradores previstos.

3.1 Normas generales para el almacenamiento de sustancias químicas

A continuación, se resumen las diferentes incompatibilidades de las sustancias químicas.

- Las bodegas de almacenaje deberán poseer ventilación que permita circular el aire y una temperatura adecuada al material a almacenar.
- Se deberán utilizar estantes que tengan la altura de los frascos a almacenar.
- Los estantes deben poseer dispositivos que impidan la caída de los recipientes.
- Los recipientes más pesados deben guardarse en los estantes inferiores
- Almacenar los compuestos en sus recipientes originales, los cuales son los indicados para las características del producto (trasvasar solo en caso necesario).
- Los reactivos líquidos más peligrosos deben guardarse en recipientes inertes que sean capaces de contener dicho líquido en caso de ruptura.
- Almacenar los reactivos a diferentes alturas de acuerdo a la densidad de sus gases (los que emanan gases más pesados que el aire deben quedar en la parte inferior de la estantería.
- Los líquidos inflamables deben ser guardados en gabinetes de seguridad de acero y/o refrigerados.
- No almacenar sustancias químicas en repisas situadas sobre mesones de trabajo por riesgo de caídas, golpes o temblores.
- Instalar un extintor multipropósitos a la entrada de la bodega o almacén.
- Almacenar en los lugares de trabajo las cantidades de productos químicos que sean estrictamente necesarias. Así, es más fácil aislar y disminuir los peligros que se deriven de su manipulación y dotar a las instalaciones y locales de los medios de seguridad adecuados.
- Almacenar las sustancias peligrosas debidamente separadas, agrupadas por el tipo de riesgo que pueden generar y respetando las incompatibilidades que existen entre ellas. Por ejemplo, las sustancias combustibles y reductoras deben estar separadas de las oxidantes y las tóxicas.
- Colocar los recipientes de pequeña capacidad que contengan sustancias corrosivas, como los ácidos o los álcalis, separados entre sí y sobre bandejas que puedan retener los derrames producidos en el caso de ruptura del recipiente.
- Elegir el recipiente adecuado para guardar cada tipo de sustancia química y tener en cuenta el posible efecto corrosivo que pueda tener sobre el material de construcción del envase.
- Guardar solo pequeñas cantidades de productos en recipientes de vidrio (a menos que este posea un recubrimiento que evite su derrame en caso de ruptura), ya que este material es muy frágil. Esta clase de envases deben transportarse protegidos y las botellas de dos litros deben disponer de un asa

que facilite su manejo.

- Tener en cuenta que el frío, el calor y el almacenamiento prolongado de algunas sustancias deterioran el plástico, por lo que este tipo de envases deben ser revisados con frecuencia y mantenerse protegidos del sol y de las bajas temperaturas.
- Disponer de una buena ventilación en los locales, especialmente en los lugares donde se almacenen sustancias tóxicas o inflamables, así como de sistemas de drenaje que ayuden a controlar los derrames que puedan producirse (rejillas en el suelo, canalizaciones, etc.).
- Dividir las superficies de los locales en secciones distanciadas unas de otras, que agrupen los distintos productos, identificando claramente que sustancias son (siempre con un buen etiquetado) y su cantidad. En el caso de una fuga, derrame o incendio, se podrá conocer con precisión la naturaleza de los productos almacenados y actuar con los medios adecuados.
- Se deben despejar los accesos a las puertas y señalizar las vías de tránsito.
- Evitar realizar trabajos que produzcan chispas o que generen calor (esmerilar, soldar, amolar, etc.) cerca de las zonas de almacenamiento, así como trasvasar sustancias peligrosas.
- Los locales en los que se almacenen sustancias químicas inflamables deberán, además, cumplir con una serie de requisitos básicos como evitar la existencia de focos de calor, disponer de paredes de cerramiento resistentes al fuego y puerta metálica, contar con una instalación eléctrica antiexplosiva, tener una pared o tejado débil para que en caso de deflagración se libere la presión a un lugar seguro, y disponer de medios de detección y protección contra incendios.
- Seguir los procedimientos seguros en las operaciones de manipulación y almacenamiento, las personas que trabajan con sustancias químicas deben estar informadas y formadas sobre los riesgos que se tienen al trabajar con ellas. [5], [6]

VENTAJAS	ERRORES	ACCIONES
Seguridad (reducen el riesgo)	Acomodar:	Control e inventario (al menos una vez al año)
Menor contaminación	Al azar, por orden alfabético, por categorías.	Limitar las cantidades de sustancias a almacenar.
Economía	En campanas de extracción, refrigeradores comunes, mesas de trabajo o el piso.	Registro fecha de recepción y apertura
Evitar problemas legales	En lugares altos	Cuidar integridad de las etiquetas
Beneficio Educativo	En gabinetes no asegurados	Inspección visual de recipientes y su contenido
Buen Control	Amontonar recipientes	Eliminar si: líquido está opaco, cambio de color, evidencia de líquido en sólidos o de sólido en líquidos, acumulación de material alrededor del recipiente, deterioro obvio del recipiente.
Trabajo Eficiente	Etiquetas ilegibles	
	Sin control e inventario	
	Recipientes abiertos	

Figura 22. Ventajas y errores en el almacenamiento. Fuente Elaboración propia

3.2 Líneas de actuación básicas para alcanzar un almacenamiento adecuado y seguro:

✓ **Reducción al mínimo de existencias.**

Esta medida de seguridad sugiere la conveniencia de realizar varios pedidos o solicitar al proveedor el suministro de un pedido mayor por etapas. Este tipo de acciones es particularmente necesario en el caso de sustancias inflamables y peroxidables (éteres), cuya cantidad almacenada debe ser limitada.

✓ **Separación**

La primera medida en el almacenamiento, una vez reducida al máximo la existencia, es la separación entre familias de sustancias incompatibles. En este sentido es necesario recordar que un almacén de productos químicos nunca debe organizarse simplemente por orden alfabético, siendo lo correcto separar, al menos; ácidos de bases, oxidantes de inflamables, y separados de éstos, los venenos activos, las sustancias cancerígenas, las peroxidables, etc. particularmente necesario en el caso de sustancias inflamables y peroxidables (éteres), cuya cantidad almacenada debe ser limitada.

Además, deben tenerse en cuenta las incompatibilidades, la reactividad química, los pictogramas que indican el riesgo de cada sustancia que pueden servir como elemento separador, procurando alejar lo más posible sustancias con pictogramas diferentes.

3.3 Estrategias de almacenamiento

Para disponer de un almacén de productos químicos seguro y elaborar las normas preventivas y de protección adecuadas se ha de establecer previamente una estrategia de almacenamiento que evite posibles incompatibilidades entre productos. Para ello es necesario obtener la máxima información posible sobre los riesgos de los productos y su reactividad con otros, es necesario conocer las fichas de seguridad de sustancias y productos suministrados por los proveedores

Se consideran diez grupos que pueden llegar a generar riesgos de importancia en su almacenamiento. Estos son: inflamables, oxidantes, reductores, ácidos y bases fuertes concentrados, productos reactivos con el agua, tóxicos, peroxidables, pirofóricos y gases comprimidos, licuados o disueltos, contenidos en botellas y botellones.

Los cinco primeros grupos pueden dar lugar, como riesgos principales, a reacciones fuertemente exotérmicas, liberándose cantidades importantes de calor en forma violenta, incluso explosiva, si entran en contacto con productos incompatibles.

Los productos reactivos con el agua, además de producir reacciones violentas o de liberar productos altamente tóxicos, dificultan las tareas de extinción en caso de incendio. Los tóxicos requieren zonas de almacenaje ventiladas, en especial los de alta volatilidad. Los peroxidables son productos que pueden formar peróxidos inestables, debiéndose almacenar en ambientes frescos y oscuros. Los pirofóricos entran en combustión en contacto con el aire y, en ocasiones, con el agua; son necesarias medidas especiales de confinamiento. Por último, los gases plantean, además de los riesgos inherentes al producto, riesgos por la elevada energía cinética que poseen al estar comprimidos en un recipiente.

La forma más correcta de almacenar sería separando estos grupos y aplicándoles las medidas de seguridad adecuadas a cada uno de ellos.

Desafortunadamente, la estrategia de almacenamiento se puede complicar debido al hecho de que es fácil encontrar productos químicos que se pueden clasificar en dos o más grupos simultáneamente. Así, por ejemplo, el fluoruro de hidrógeno es un gas tóxico que en contacto con la humedad se hace corrosivo. Los ácidos nítrico y perclórico son ácidos muy fuertes, aparte de ser también fuertemente oxidantes.

El cloruro de acetileno es inflamable, tóxico y reacciona violentamente con el agua.

Se hace necesario establecer un criterio adicional. La segregación debería realizarse atendiendo, en primer término, a la inflamabilidad pues el incendio es el accidente que puede reportar consecuencias más graves y que se da con mayor frecuencia, y en segundo término, a la incompatibilidad del producto con el agua por ser éste el agente extintor más adecuado y efectivo contra los incendios y que en contacto con ciertos productos químicos liberaría productos inflamables, tóxicos o corrosivos o que por la insolubilidad del producto y de menor densidad que el agua fría pudiera extender el incendio.

Así, la separación entre grupos de productos podría establecerse como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Separación entre grupos de productos.

GRUPO	CARACTERISTICA	EJEMPLOS
1	Inflamables compatibles con el agua	Sólidos: azufre Líquidos: acetona, metanol, etanol o ácido acético
2	Inflamables incompatibles con el agua	Sodio, Calcio, Magnesio en polvo, Potasio etc. Tolueno, hexano, ciclohexano, Acetato de Etilo, Éter de Petróleo.
3	No inflamables, compatibles con el agua	Ácidos Sólidos: Benzoico, Atípico, Cítrico, Oxálico, cloro acético. Ácidos Líquidos: Clorhídrico, Fosfórico Hidróxido de Bario
4	No inflamables, incompatibles con el agua	Peróxido de Sodio, Peróxido de Bario, Oxido de Calcio, Hidróxido de Sodio, Hidróxido de Potasio.
5	Productos inestables a temperaturas superiores a las ambientales	Ácido Pítrico, Peróxido de Hidrogeno, Peróxido de Benzoilo.
6	Productos inestables o muy volátiles a temperatura ambiente que necesitan un ambiente refrigerado.	Acetaldehído y Yoduro de Metilo.
7	Pirofóricos	Fosforo Blanco, Trietilaluminio, Bitillitio.
8	Gases comprimidos, licuados o disueltos contenidos en botellas o botellones	

3.4 Medidas preventivas

✓ Grupo 1: Inflamables compatibles con el agua

El volumen de estos productos almacenados determinará si es necesario disponer de un almacén exclusivo para ellos, o simplemente bastará con un armario de seguridad o, incluso, una separación física con otros grupos mediante un tabique o material incombustible. Siempre que sea posible, se recomienda la instalación de rociadores para el control o la extinción automática de incendios, sin riesgos para el personal. También es recomendable la instalación de cubetas, o simples bandejas si son pequeñas cantidades, para la retención de posibles derrames o fugas.

Si un producto de este grupo posee características de toxicidad acentuadas, como, por ejemplo, la acrilamida, epiclorhidrina, disulfuro de carbono o acroleína, debería constituirse como subgrupo, separándose del resto, colocándose en otra zona, o dependencia, o armario con buena ventilación. Si estos productos deben ser transvasados en el interior del almacén se recomienda la instalación de un adecuado sistema de extracción localizada que evite la acumulación de vapores.

Igualmente, si en este grupo existieran productos peroxidables, como el tetrahidrofurano o el dioxano, se deben separar del resto, almacenándolos en lugares frescos, preferentemente oscuros, y llevando un control del tiempo que permanece en stock, sobre todo si el envase ya ha sido abierto.

✓ Grupo 2: Inflamables incompatibles con el agua

Los mismos criterios y normativa serán aplicables en este grupo, excepto, lógicamente, en la presencia de agua.

Como se ha mencionado, la incompatibilidad con el agua se puede dar de dos maneras distintas:

- La primera, en base a una reactividad peligrosa. Metales alcalinos y alcalinotérreos, como el sodio, litio, magnesio (sobre todo, finamente dividido) o calcio, reaccionan vigorosamente con el agua, liberando hidrógenos, gas inflamable, capaz de inflamarse por el calor liberado en la reacción. Metales como el cinc, aluminio o boro, en estado pulverulento, también liberan hidrógeno. Hidruros como el de calcio, sodio, aluminio-litio y berilio son otros compuestos que liberan hidrógeno en contacto con el agua. Carburos como el de berilio, calcio o aluminio producen gases inflamables, tales como metano o acetileno, los cuales se inflaman con el calor de reacción liberado. Amiduros, imiduros, nitruros y fosfuros son otros ejemplos de compuestos que pueden generar gases inflamables, incluso con resultado de explosión.

El Hidrosulfito o Ditionito de sodio es una sustancia inflamable de amplio uso industrial que, en presencia de humedad, puede calentarse hasta el punto de ser capaz de incendiar materias combustibles próximas a él. Su descomposición por calentamiento puede desprender oxígeno, que apoya la auto combustión. El bisulfito de Sodio formado en contacto con el agua también es posible que se inflame cuando se seca.

• La segunda, en base a la inmiscibilidad y menor densidad que el agua, hecho que puede dificultar las tareas de extinción. En este caso, el criterio de almacenamiento será muy parecido al del grupo 1, pudiéndose incluso almacenarse junto a ellos si las cantidades son pequeñas como, por ejemplo, el almacén de un laboratorio. Si, por el contrario, las cantidades almacenadas son elevadas, deberá tomarse la precaución de encontrar un sistema de extinción adecuado, empleándose, generalmente, sistemas de espuma, polvo o incluso agua pulverizada. Productos con una toxicidad acentuada, como el cloruro de acetilo o benceno, deberían almacenarse según se ha indicado anteriormente. Lo mismo ocurre con peroxidables como el éter etílico o estireno.

✓ **Grupo 3: No inflamables compatibles con el agua**

Este es un grupo heterogéneo de productos, donde se incluyen ácidos, bases, tóxicos, oxidantes o reductores que tienen en común su compatibilidad con el agua. Como se podrá comprobar, en este grupo también se puede presentar situaciones de incompatibilidad, lo que obliga a realizar varios subgrupos, atendiendo a estos riesgos.

Los tóxicos deberán almacenarse en lugares ventilados. Si alguno de ellos tiene una toxicidad muy manifiesta o es carcinogénico, como, por ejemplo, el cianuro sódico o potásico, cloruro de bario, trióxido de arsénico, óxido de cadmio o la bencidina, es recomendable almacenarlo bajo llave y con control por parte de un responsable.

Los ácidos, las bases, los oxidantes y reductores deberán almacenarse por separado. Algunos ácidos inorgánicos tienen un poder oxidante muy marcado, como, por ejemplo, el ácido perclórico o el ácido nítrico. En estos casos deberemos almacenarlos como oxidantes y alejarlos de productos y materiales combustibles. Los sólidos no suelen plantear tantos problemas como los líquidos, puesto que no fluyen espontáneamente, por lo que es más difícil un contacto accidental con otro producto sólido. No es así cuando coexisten sólidos y líquidos o líquidos juntos. En estos casos, las roturas o derrames pueden favorecer las mezclas. Por ello, conviene separar sólidos de líquidos.

Algunos ejemplos de productos del grupo 3 son los siguientes:

- Sólidos ácidos: ácido adípico, benzoico, cítrico, cian acético, oxálico y cloro acético.
- Líquidos ácidos: ácido fosfórico y ácido clorhídrico.
- Sólidos básicos: hidróxido de bario.
- Líquidos básicos: amoníaco en solución, hidróxido de sodio en solución, etanolamina.
- Sólidos reductores: Sulfato de hidracina e Hidrocloruro de Hidroxilamina.
- Líquidos reductores: solución de formaldehído.
- Líquidos Oxidantes: Hipoclorito de Sodio, Acido Perclórico, Acido Nítrico (no fumante).

- Sólidos oxidantes: Nitrato de Amonio, Perclorato de Amonio, Persulfato de Amonio, Dióxido de Manganeso, Clorato de Potasio, Nitrato de Plata y Permanganato de Potasio.
- Sólidos Tóxicos: 1-cloro-2,4-dinitrobenceno. Óxido de Cadmio, Bencidina, Cianuro de Potasio y Cloruro de Mercurio.
- Líquidos tóxicos: dimetilsulfato (combustible, T_{infl} 83 °C), cloropicrina, cloroformo y tetracloruro de carbono.
- Otros sólidos (riesgos moderados): Carbonato de Calcio, Caprolactama, Sulfato de Amonio, Tiocianato de Amonio, Sulfato de Cobre y Cloruro de Cinc.
- Otros líquidos (riesgos moderados): Acetofenona (combustible, T_{infl} 82 °C) y 1,1,1-Tricloroetano.

✓ **Grupo 4: No inflamables incompatibles con el agua**

Este grupo, al igual que el anterior, es heterogéneo, con el agravante que al contacto con el agua producen reacciones peligrosas.

- Peróxidos inorgánicos, como el de sodio, potasio, estroncio o bario, producen reacciones muy violentas con el agua.
- También algunos óxidos inorgánicos, como el óxido de calcio, cesio o trióxido de cloro, el cual reacciona de forma explosiva con formación de cloro y oxígeno.
- Los hidróxidos inorgánicos en estado sólido, como el hidróxido de potasio o sodio, liberan mucho calor en contacto con el agua, pudiendo dar lugar a proyecciones líquidas corrosivas.
- Los haluros (fluoruros, cloruros, bromuros o ioduros) generan reacciones violentas, liberando sustancias ácidas corrosivas, generalmente los hidrácidos correspondientes. Por ejemplo, el fluoruro de formilo (HCOF) libera, además de fluoruro de hidrógeno (muy corrosivo y tóxico), monóxido de carbono, gas muy tóxico.
- El ácido sulfúrico concentrado es una sustancia ampliamente utilizada que reacciona con el agua, liberando gran cantidad de calor y pudiendo provocar proyecciones corrosivas.
- Los subgrupos se constituirán como en el grupo 3, separando ácidos, bases, oxidantes, reductores y tóxicos.

✓ **Grupo 5: Productos inestables a temperaturas superiores a las ambientales**

Este grupo lo componen productos químicos que se tornan inestables a temperaturas moderadamente superiores a la temperatura ambiente. Por ejemplo, el peróxido de hidrógeno es una sustancia oxidante fuerte, soluble en agua, que puede descomponerse violentamente al estar expuesta a calor excesivo. Los peróxidos orgánicos son también muy sensibles a la temperatura, como, por ejemplo, el peróxido de benzoilo, que es un oxidante fuerte que puede descomponerse a temperaturas superiores a 80 °C.

El ácido pícrico, en forma sólida, es explosivo a temperaturas del orden de 300 °C.

El almacenamiento de estas sustancias deberá asegurar el alejamiento de fuentes de calor. cabe decir que en este grupo pueden existir subgrupos de incompatibilidad y que, si en el lugar del almacenamiento de los grupos anteriores no existen fuentes de calor peligrosas, los productos de este grupo 5 podrían asimilarse al resto, en función de sus riesgos y compatibilidad con el agua.

✓ **Grupo 6: Productos inestables o muy volátiles a temperatura que necesitan un ambiente refrigerado.**

Requiere para su almacenamiento un frigorífico o una habitación fría, que posean dos características esenciales: interior libre de posibles focos de ignición y disposición de sistemas alternativos de suministro energético para el caso de fallo de la fuente principal energética, con el consiguiente riesgo de calentamiento.

Atención, sobre todo, a los frigoríficos domésticos. Una parte importante de laboratorios utilizan estos frigoríficos para almacenar dichos productos e incluso inflamables estables. Estos comportan un grave riesgo de explosión, debido a que el frigorífico es un recinto cerrado que contienen elementos eléctricos en su interior. Una acumulación de vapores inflamables, seguida de una chispa producida por algún elemento eléctrico, se convierte en un artefacto explosivo que puede destruir un laboratorio, como de hecho ya ha ocurrido. No almacenar nunca productos inflamables estables en frigoríficos de este tipo. Y si es preciso almacenar productos inflamables inestables, deberá adquirirse un frigorífico con garantías de no tener elementos internos que puedan producir fuentes de ignición. También cabe la posibilidad de adaptar un frigorífico doméstico, eliminando todo elemento eléctrico en su interior.

✓ **Grupo 7: Pirofóricos**

Los productos pirofóricos, arden espontáneamente en contacto con el aire y, normalmente en contacto con el agua.

Cada producto pirofórico debe almacenarse en recipientes especiales, requiriendo, en muchas ocasiones, de atmosferas inertes y secas.

El Fosforo Blanco, solido se inflama espontáneamente con aire. En cambio, no reacciona con el agua, por lo que puede transportarse en un contenedor con agua o también en un recipiente que contenga atmosfera inerte.

✓ **Grupo 8. Gases comprimidos, licuados o disueltos contenidos en botellas o botellones.**

En Deben estar almacenados en lugares bien ventilados, ubicados preferentemente en el exterior, libres de toda fuente de ignición, colocados en posición vertical, debidamente protegidos para evitar su caída, separando físicamente (por una distancia determinada o por un muro) los gases inflamables del resto (oxidantes, inertes, tóxicos y corrosivos), y las botellas llenas de las que estén vacías.

3.5 Almacenamiento de pequeñas cantidades en el laboratorio.

Se recomienda seguir con la estrategia de almacenamiento anterior, aunque se puede simplificar de la siguiente manera:

- ✓ Los inflamables, compatibles o incompatibles con el agua en términos de inmiscibilidad (no por reactividad peligrosa), separados del resto y almacenados en un armario de seguridad o en una zona ventilada y libre de focos de ignición.
- ✓ Ácidos fuertes.
- ✓ Bases Fuertes.
- ✓ Oxidantes Fuertes.
- ✓ Reductores Fuertes.
- ✓ Tóxicos que no posean ninguno de los riesgos anteriores. En tal caso, se almacenarán con el grupo de riesgo correspondiente. Los muy tóxicos o carcinógenos, será recomendable almacenarlos con un control por parte del responsable e incluso bajo llave.
- ✓ Gases, aparte preferiblemente en el exterior.
- ✓ Productos químicos de especial peligrosidad (incompatibles con el agua, inestables, pirofóricos, etc.), almacenados en las condiciones preventivas necesarias en función de lo explicitado anteriormente
- ✓ Resto de productos sin riesgo específico. [6]

4. INCOMPATIBILIDADES QUIMICAS [7]

Tabla 2. Compuestos que reaccionan fuertemente con el agua.

COMPUESTOS QUE REACCIONAN FUERTEMENTE CON EL AGUA	
Ácidos fuertes anhidros	Halogenuros Inorgánicos
Anhídridos	Hidróxidos Alcalinos
Carburos	Hidruros
Flúor	Metales Alcalinos
Alquilmetales y metaloides	(excepto alcalinos)
Amidas	Imidas
Fosfuros	Óxidos Alcalinos
Halogenuros de Acido	Peróxidos Inorgánicos
Halogenuros de Acilo	Siliciuros

Tabla 3. Compuestos que reaccionan que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno.

COMPUESTOS QUE REACCIONAN VIOLENTAMENTE CON EL AIRE O EL OXIGENO (INFLAMACION ESPONTANEA)	
Alquilmetales y metaloides	Hidruros
Arcinas (Hidruros de Arsénico)	Metales Carbonilados
Boranos (Hidruros de Boro)	Metales finamente divididos
Fosfinas	Nitruros Alcalinos
Fosforo Blanco	Silenos
Fosfuros	Siliciuros

Tabla 4. Grupos de sustancias incompatibles

GRUPOS DE SUSTANCIAS INCOMPATIBLES	
OXIDANTES CON:	Materiales inflamables, Carburos, Nitruros, Hidruros, Sulfuros, Alquilmetales, aluminio, magnesio y circonio en polvo.
REDUCTORES CON:	Nitratos, halógenos, óxidos, peróxidos, flúor.
ACIDOS FUERTES CON:	Bases fuertes
ACIDO SULFURICO CON:	Azúcar, celulosa, Acido Perclórico, Permanganato de Potasio, Cloratos, Sulfocianuros.

Tabla 5. Sustancias químicas y sus correspondientes incompatibilidades

SUSTANCIA QUIMICA	INCOMPATIBILIDAD
Acetileno	Cloro, Bromo, Cobre, Flúor, Plata, Mercurio
Acetona	Ácido Nítrico Concentrado, y mezclas con Ácido Sulfúrico.
Ácido Acético	Ácido Crómico, Ácido Nítrico, Compuestos Hidroxilo, Etilenglicol, Acido Perclórico, Peróxidos y Permanganatos.
Ácido Clorhídrico	Ácido Nítrico, Alcalis.
Ácido Crómico y Cromo	Ácido Acético, Naftaleno, Alcanfor, Glicerina, Alcoholes y Líquidos Inflamables en general.
Ácido Fluorhídrico anhidro	Amoniaco, en solución o anhidro
Ácido Nítrico concentrado	Ácido Acético, Anilina, Acido Crómico, Ácido Clorhídrico, Sulfuro de Hidrogeno, Líquidos y gases inflamables, cobre, latón y algunos metales pesados.
Ácido Oxálico	Plata, Mercurio
Ácido Perclórico	Anhídrido Acético, Bismuto y sus aleaciones, Alcohol, papel, madera, grasas y aceites.
Ácido Sulfúrico	Clorato de Potasio, Perclorato de Potasio, Permanganato de Potasio, (compuestos similares de metales ligeros, Sodio y Litio)
Amoniaco Anhidro	Mercurio (manómetros), Cloro, Hipoclorito de Calcio, Yodo, Bromo, Acido Fluorhídrico anhidro.
Anilina	Ácido Nítrico, Peróxido de Hidrogeno
Azidas	Ácidos
Carbón Activado	Hipoclorito de Calcio y todos los agentes oxidantes
Cianuros	Ácidos
Clorato de Potasio	Ácidos

Cloratos	Sales de amonio, Ácidos, metales en polvo, Azufre, Materiales combustibles u orgánicos finamente divididos.
Cloro y Bromo	Amoniaco, Acetileno, Butadieno, Butano, Metano, Propano y otros gases del petróleo, Hidrogeno, Carburo Sódico, Metales finamente divididos, Thiner.
Cobre	Acetileno, Peróxido de Hidrogeno.
Dióxido de Cloro	Amoniaco, Metano, Fosforo, Sulfuro de Hidrogeno.
Fosforo Blanco	Aire, Oxigeno, Álcalis, Agentes reductores.
Hidrocarburos	Flúor, Cloro, Bromo, Acido Crómico, Período de Sodio.
Hipocloritos	Ácidos, Carbón Activado.
Líquidos Inflamables	Nitrato de Amonio, Acido Crómico, Peróxido de Hidrogeno, Ácido Nítrico, Peróxido de Sodio, Halógenos.
Compuestos de Arsénico	Algunos agentes reductores
Mercurio	Acetileno, Amoniaco
Metales Alcalinos y Alcalinotérreos	Agua, Tetracloruro de Carbono, Hidrocarburos clorados, Dióxido de Carbono, Halógenos.
Nitrato de Amonio	Ácidos, Polvo de metales, Líquidos Inflamables, Compuestos de Cloro, Nitritos, Azufre, Materiales Orgánicos combustibles finamente divididos.
Nitratos	Ácido Sulfúrico, Nitrato de Amonio, y otras sales de amonio.
Nitrito de Sodio	Ácidos
Nitrilos	Bases inorgánicas y Aminas
Oxido de Calcio	Aceites, Grasas e Hidrogeno, Líquidos, solidos o gases inflamables.
Oxigeno	Ácido Sulfúrico y otros ácidos.
Perclorato de Potasio	Glicerina, Etilenglicol, Benzaldehído, Ácido Sulfúrico.
Permanganato de Potasio	Cobre, Cromo, Hierro, la mayoría de los metales o sus sales, Alcoholes, Acetona, materiales orgánicos, Anilina, Nitro metano, Materiales combustibles.
Peróxido de Hidrogeno	Etanol, Metanol, Ácido Acético Glacial, Anhídrido Acético, Benzaldehído, Bisulfuro de Carbono, Glicerina, Etilenglicol, Acetato de Etilo, Acetato de Metilo, Furfural.
Peróxido de Sodio	Ácidos Orgánicos e inorgánicos
Peróxidos Orgánicos	Acetileno, Acido Oxálico, Acido Tartárico, Compuestos amónicos.
Plata	Tetracloruro de carbono, Dióxido de Carbono y agua.
Potasio	Agentes reductores
Sodio	Ácido nítrico fumante y gases oxidantes
Sulfuro de Hidrogeno	Ácidos
Tetracloruro de Carbono	Acetileno, Amoniaco, Hidrogeno.

Tabla 6. Reacciones peligrosas de los ácidos

REACTIVO	REACTIVO	SE DESPRENDE
Ácido Clorhídrico	Sulfuros Hipocloritos Cianuros	Sulfuro de Hidrogeno Cloro Cianuro de Hidrogeno
Ácido Nítrico	Algunos metales	Dióxido de Nitrógeno
Ácido Sulfúrico	Ácido Fórmico Acido Oxálico Etanol Bromuro de Sodio Cianuro de Sodio Sulfocianuro de Sodio Yoduro de Hidrogeno Algunos metales	Monóxido de Carbono Monóxido de Carbono Etano Bromo y Dióxido de Azufre Monóxido de Carbono Sulfuro de Carbono Sulfuro de Hidrogeno Dióxido de Azufre

Tabla 7. Sustancias fácilmente peroxidables

SUSTANCIAS FACILMENTE PEROXIDABLES	
Compuestos Alílicos	Compuestos Diénicos
Compuestos Isopropílicos	Compuestos Vinil acetilénicos
Compuestos Vinílicos	Cumeno
Estireno	Tetrahidronaftalenos
Éteres	Haloalquenos

Antes de definir el almacenamiento definitivo de una sustancia química, es necesario tener en cuenta todas las herramientas necesarias como, la etiqueta del producto, interpretación de las frases H y P, disponer de cada una de las fichas de datos de seguridad y matriz de compatibilidad.

➤ **Matriz de compatibilidad**

Una matriz de compatibilidad química es un documento en el cual se plasma la compatibilidad entre las diferentes sustancias químicas, tomando como base su clasificación de acuerdo con la clase y el tipo de sustancia, con el propósito de realizar un almacenamiento o transporte bajo condiciones seguras, siguiendo las recomendaciones especiales de las Naciones Unidas, Ley 55 de 1993, Resolución 2400 de 1979 y Normas Técnicas como las NTC 3966, 2880, 2801, 3967, 3968, 3969, 3970, 3971 y 3972.

Se presenta el ejemplo de una matriz de compatibilidad basado en el SGA que es de gran ayuda para la separación y almacenamiento seguro.

UN													
1		B	D	B	D	D	D	D	D	D	X	B	B
2.1		B	X	X	B	X	A	X	X	B	X	A	X
2.2		D	X	B	A	B	A	B	D	X	B	A	
2.3		B	X	X	B	X	A	X	X	B	X	A	X
3		D	B	B	B	A	B	B	A	C	X	B	A
4.1		D	X	A	X	A	A	A	A	B	X	B	A
4.2		D	A	B	A	B	A	A	B	B	X	B	A
4.3		D	X	A	X	B	A	A	B	B	X	B	A
5.1		D	X	B	X	A	A	B	B	B	X	A	B
5.2		D	B	D	B	C	B	B	B	B	X	B	B
6		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7		B	A	B	A	B	B	B	B	A	B	X	B
8		B	X	A	X	A	A	A	A	B	B	X	B

A. Pueden almacenarse en la misma bodega con Una separación mínima de 4 metros.
 B. Pueden almacenarse en la misma bodega con Una separación mínima de 12 metros.
 C. Almacenarse en diferentes bodegas con una separación mínima de 30 metros.
 D. Almacenarse en diferentes bodegas a una distancia mayor de 30 metros.
 X. No se requiere separación

1 Explosivos.
 2.1 Gases Inflamables.
 2.2 Gases no tóxico y no inflamables.
 2.3 Gases tóxicos.
 3. Líquidos inflamables.
 4.1 Sólidos inflamables.
 4.2 Sustancias de combustión espontánea.
 4.3 Sustancias peligrosas con la humedad.
 5.1 Sustancias oxidantes no peróxidos.
 5.2 Peróxidos orgánicos.
 6. Sustancias tóxicas.
 7 Sustancias radioactivas.
 8. Sustancias corrosivas.

Figura 25. Cuadro de compatibilidad por característica de peligro. Fuente. Memorias taller Gestión de residuos peligrosos. GQSP, mayo 2020

En la escuela de Química con igual validez se ha implementado el sistema de almacenamiento de acuerdo con el SAF-T-DATA, sistema estándar de identificación y seguimiento de reactivos por peligrosidad, que fue creado por J.T. Baker en 1982. Este sistema utiliza códigos de colores que indican la peligrosidad del reactivo.

- **Sistema de identificación de peligros saf-t-data® para manejo seguro de sustancias en laboratorios.**
- ✓ **Color en las etiquetas para almacenamiento por compatibilidad.**

El sistema SAF-T-DATA® de J. T. BAKER incluye un método codificado en colores para organizar adecuadamente las áreas de almacenamiento de sustancias químicas. El color del bloque SAF-T-DATA® en la etiqueta indica el tipo de almacenamiento requerido, para que simplemente se almacenen juntos los productos que tienen igual color, siguiendo las recomendaciones de seguridad para cada clase de sustancias y también separando los productos con incompatibilidades específicas dentro de cada color.

Tabla 8. Relación colores y clases de sustancias

AZUL	Almacene en un área segura, especial para TOXICOS
ROJO	Almacene en un área especial para sustancias INFLAMABLES
AMARILLO	Reactivos. Almacene aislado y lejos de materiales combustibles o inflamables
BLANCO	CORROSIVOS. Almacene en área especial anticorrosiva.
VERDE	Riesgo moderado. Almacene en un área general, apropiada para sustancias químicas
RAYADO	Almacene el producto individualmente, separado de cualquier otra sustancia. Las franjas indican que la sustancia es incompatible con las del color de su misma clase.

Las franjas van oblicuas y los colores se rayan sobre blanco excepto el blanco (sobre negro). Para facilitar la visión, las franjas se colocan sólo en la parte inferior del bloque SAF-T-DATA® de la etiqueta. [6]

5. MATERIALES DE REFERENCIA

El análisis químico resulta ser transversal a una amplia gama de actividades con importantes implicancias sociales y económicas. El obtener un resultado confiable a partir de la aplicación de un análisis químico, no es una tarea trivial debido a la dependencia del resultado con la metodología empleada, el tipo de muestra, su concentración, y en algunos casos, a la necesidad de aislar al analito de la matriz de la muestra. Finalmente, que este resultado responda adecuadamente a las necesidades de información requerida. [8]

Por otro lado, es necesario considerar que en la actualidad gran parte de los resultados analíticos son obtenidos a partir de mediciones instrumentales y que, por lo tanto, se requiere realizar previo a la medición una adecuada calibración del instrumento en orden a obtener datos confiables y comparables. [9], [10]

La interferencia de la matriz en el proceso de medición es otra dificultad para salvar. Para ello, se han establecido herramientas que permiten establecer la comparabilidad y veracidad de las mediciones; siendo estas: (a) materiales de referencia y (b) comparaciones interlaboratorio. Ambas herramientas se han integrado en el proceso analítico de modo de asegurar la calidad de los resultados, tal como se muestra la figura 1.

Un proceso analítico, consiste en un conjunto de procedimientos realizados para solucionar un determinado problema analítico. Este consta de varias etapas tales como: definición del problema, elección del método, ejecución del método y medición. El desarrollo práctico del método analítico consta de tres etapas: las operaciones previas o preliminares, pueden descomponerse en dos sub-etapas: En la primera, se realiza una toma de muestra representativa del material a analizar. Y en la segunda, se lleva a cabo una transformación de la muestra o parte de esta, de forma que la especie o especies químicas de interés pasen inequívocamente a una forma medible. Esta transformación, de ser necesaria, podría requerir etapas de separación de sustancias interferentes y etapas de reacción química que hagan más sensible y específica la medición de la señal debida al analito. En la etapa de adquisición de datos tiene cada vez más importancia la instrumentación analítica. Por último, la etapa de tratamiento de datos consiste en el procesado matemático de los datos para obtener resultados que den el valor más probable de la información buscada, así como la incertidumbre que la acompaña. La verificación del procedimiento antes descrito puede ser realizada mediante el uso de materiales de referencia y pruebas de aptitud y/o comparaciones interlaboratorios como garantía de calidad de los resultados analíticos.

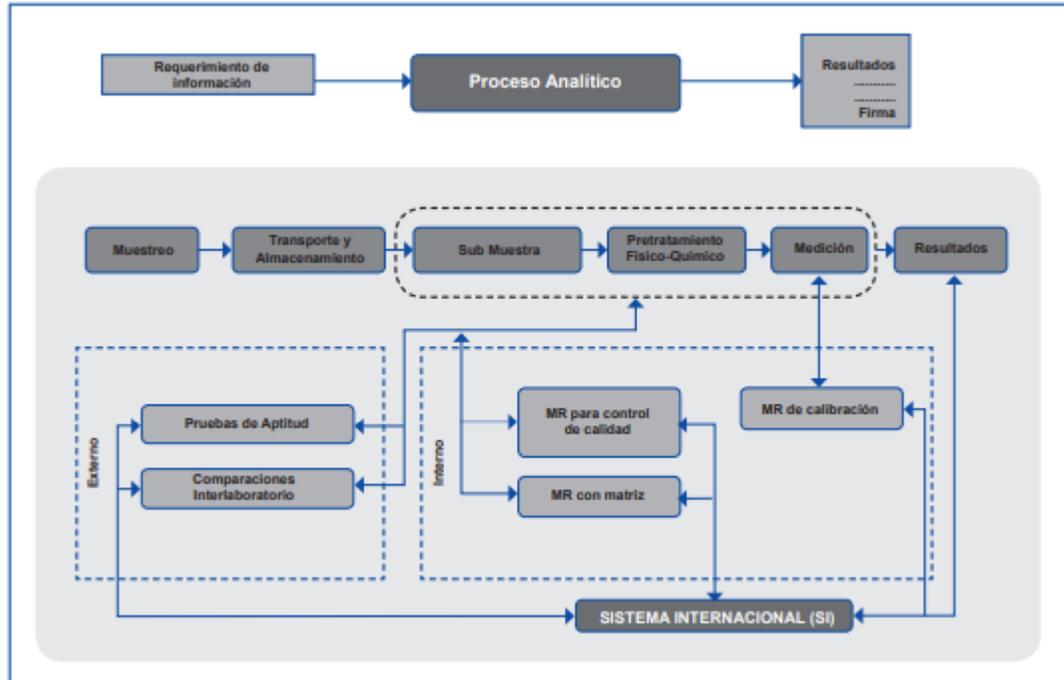


Figura 26. Descripción del uso de Materiales de Referencia y Pruebas de aptitud y/o comparaciones Inter laboratorios en el proceso analítico. [9]

➤ MR y MRC

Un material de referencia (MR), es un material(es) o sustancia(s) que tienen una (varias) propiedad(es) suficientemente bien establecidas que pueden ser utilizados en la calibración de instrumentos de laboratorio, comprobación de métodos de medida o para la asignación de valores a materiales. Así mismo, se tienen los materiales de referencia certificados (MRC) que serán aquellos materiales de referencia en los cuales, la(s) propiedad(es) se hallan certificadas por un procedimiento técnicamente validado, acompañadas por un certificado y que tienen trazabilidad e incertidumbre establecidas [11], [12]. Dependiendo de los objetivos establecidos al realizar la medición es que se puede emplear un MR o MRC.

Para la verificación de metodología analíticas, se pueden emplear MRC con matriz. Tales materiales están preparados de acuerdo con una combinación requerida de analito/matriz, que permiten la caracterización del analito en condiciones controladas, lo más cercanas a la realidad; lo que permite suponer que existe una conmutatividad entre el análisis de una muestra real y el del MRC con matriz de modo que permita verificar nuestras mediciones con una veracidad conocida y una trazabilidad adecuada a los requisitos de calidad preestablecidos para el análisis en cuestión. Es necesario tener en cuenta que el uso de MRC es costoso por un lado y por otro la selección del mismo no es fácil, dada la amplia gama que existe. Así mismo se debe tener en cuenta que la producción de MRCs requiere de una gran cantidad de tiempo, incrementando aún más su valor.

Para obtener un MRC se requiere de establecer algunas propiedades del material tales como la: trazabilidad, homogeneidad, estabilidad y la incertidumbre asociada al parámetro certificado. [13]

Los MRC pueden ser:

- Soluciones patrón y mezclas de gas, a menudo preparadas gravimétricamente a partir de sustancias puras.
- Sustancias puras caracterizadas por la pureza química y/o trazas de impurezas.
- Materiales de referencia matriciales, caracterizados por la composición. Cada material puede prepararse con matrices de materiales naturales que contengan los componentes de interés o por mezclas sintéticas.
- Materiales de referencia fisicoquímicos, caracterizados por sus propiedades, como la viscosidad o la densidad óptica.
- Objetos o artefactos de referencia, caracterizados por las propiedades funcionales como el gusto, el olor, la dureza, el índice de octano. Este tipo incluye especímenes microscópicos. [14]

➤ **El papel de materiales de referencia**

Dado el amplio espectro de usos de materiales de referencia, parece imposible sobrestimar su papel decisivo tanto en la estimación, como en propagación de incertidumbre de la medida. Aplicaciones de materiales de referencia incluyen:

- calibración de métodos de ensayo o instrumentos,
- verificación de métodos de ensayo,
- establecimiento de trazabilidad,

las cuales juegan un papel clave para el aseguramiento de calidad y de la confiabilidad de resultados.

Así, uno de los requisitos básicos a un material de referencia (de calidad) es que el mismo no solo proporcione un valor (de la propiedad representada) sino también un confiable estimado de incertidumbre de este valor. Dentro del marco de revisión y adaptación de normas a la guía ISO GUM, el comité internacional de materiales de referencia ISO/REMCO recientemente publicó la nueva edición de la guía 35 [15]. Esta guía establece exigencias rígidas a los procesos de producción y certificación de materiales de referencia. Entre otro, la guía exige que el estimado de incertidumbre de un valor certificado incluya, como mínimo, contribuciones provenientes de las tres fuentes básicas:

- (in)homogeneidad del material de referencia,
- (in)estabilidad del material de referencia a largo y corto plazo (que se refiere al almacenamiento y a la entrega del material, respectivamente),
- caracterización del material (determinación del valor certificado).
Sin embargo, también cualquier otra fuente de incertidumbre debe tenerse en cuenta de manera adecuada.
- En calibración de métodos/instrumentos de ensayo, la incertidumbre del material de referencia usado no debe ser tratada con negligencia, sino apreciada

adecuadamente y propagada al resultado final (p.e. usando el método de regresión con incertidumbres en ambos ejes ya mencionado arriba).

En verificación de métodos, básicamente se efectúa una comparación del valor certificado con el valor obtenido en el experimento.

Establecimiento de trazabilidad requiere (una serie de) comparaciones tales que formen una cadena ininterrumpida teniendo todas incertidumbres determinadas. Materiales de referencia, en particular materiales certificados, frecuentemente forman el punto final de la cadena de comparaciones, así que evidentemente no queda ninguna duda sobre el papel de incertidumbres determinadas, razonables y confiables de estos materiales.

6. TIPOS DE AGUA

Uno de los reactivos más comunes y considerado como disolvente universal es el agua, por lo tanto, es de vital importancia cuidar su pureza. Si se mantiene un control sistemático de la pureza o calidad del agua para uso en el laboratorio se promueve la eliminación de sesgo en los resultados, se evitan interferencias o reacciones colaterales y se aumenta así la confiabilidad en dichos resultados. [16]

El agua está compuesta por sales de calcio y magnesio, las cuales aportan dureza, también contiene otras sustancias como hierro, sílice, manganeso, cloruros, sulfatos, sodio y otros materiales en suspensión. La dureza del agua es un factor que limita su uso en determinados procesos, es importante el conocimiento del contenido de calcio y magnesio, por la propiedad que tienen de producir incrustaciones. Varios son los métodos utilizados en el tratamiento de las aguas y el empleo de cada uno de ellos depende del objetivo que se persiga con el agua tratada. [17]

En la actualidad los laboratorios que usan agua tienen establecidos requisitos de calidad o pureza, así como métodos de producción y análisis de agua donde deben establecerse el ó los procesos para su purificación.

6.1 Clasificación de los tipos de agua según ASTM 1193:2001 [18-22]

TIPO I

Usada para procedimiento que requieren de máxima exactitud y precisión; tales como espectrometría atómica, fotometría de llama, enzimología, gas en la sangre, soluciones buffer de referencia y reconstitución de materiales liofilizados usados como estándares. El agua Tipo I, debe seleccionarse siempre que en la prueba sea esencial un nivel mínimo de componentes ionizados o cuando se preparan soluciones para análisis de rastreo de metales.

TIPO II

Recomendada para la mayoría de las pruebas analíticas y generales de laboratorio, tales como los análisis hematológicos, serológicos y microbiológicos; así como para

métodos químicos en los que específicamente no se indique o se haya comprobado que requieren agua de calidad Tipo I. La ASTM especifica que el agua Tipo II sea preparada por destilación y como factor importante recomienda que esté siempre libre de impurezas orgánicas.

TIPO III

Satisfactoria para algunas pruebas generales de laboratorio; para la mayoría de los análisis cualitativos, tales como uroanálisis, procedimientos histológicos y parasitológicos; para el enjuague de muestras analíticas; preparación de soluciones de referencia; y para el lavado o enjuague de cristalería (el enjuague final de la cristalería debe hacerse con el tipo de agua especificado para el procedimiento realizado).

TIPO IV

Agua con una conductividad final máxima de 5,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sirve para la preparación de soluciones y para el lavado o enjuague de cristalería.

6.2 Clasificación de los tipos de agua según NC – ISO 3696:2004 [21, 22].

Grado 1- Exenta básicamente de contaminantes constituidos por iones disueltos o coloidales y materias orgánicas. Es apropiada para los requisitos de análisis más exigentes, incluyendo la cromatografía líquida de alta definición. Se puede preparar por un tratamiento adicional del agua de grado 2 (por ejemplo, osmosis inversa o desionización seguida de filtrado a través de una membrana con tamaño de poro de 0,2 μm para separar las partículas, o por redistilación en un aparato de sílice fundido).

Grado 2- Con muy pocos contaminantes inorgánicos, orgánicos o coloidales. Es apropiada para análisis delicados, incluyendo la espectrometría de absorción atómica (EAA) y la determinación de componentes en cantidades mínimas. Se puede preparar por destilación múltiple o por desionización u ósmosis inversa seguida de destilación.

Grado 3- Apropiada para la mayoría de los trabajos de química en laboratorios por vía húmeda y la preparación de soluciones de reactivos. Se puede preparar mediante una sola destilación, por desionización o por ósmosis inversa. Salvo indicación en contrario, se puede utilizar para el trabajo normal de análisis.

6.3 Definición de calidades de agua [16, 18-21, 23]

Están definidos los diferentes niveles de pureza del agua en función de los parámetros físicos químicos, tales como conductividad eléctrica, resistividad, contenido de carbono, oxígeno o sílice; que se muestran en las tabla 2, 3, y 4; donde se presenta la clasificación del agua de acuerdo a sus características fisicoquímicas, según las normas ASTM 1193-2001 Standard specification for reagent water, BS

3978: 1987 British Standard Specification for water for laboratory use e ISO 3696: 1987 Water for analytical laboratory use – Specification and test methods; las cuales hacen referencia a los niveles de pureza como calidades o tipos de agua. La norma cubana, NC-ISO 3696: 2004 "Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificaciones y método de ensayo"; es una adopción idéntica de la ISO 3696: 1987 "Water for analytical laboratory use – Specification and test methods".

En la tabla 5 aparece una comparación de los parámetros fisicoquímicos y valore de las definiciones de calidad de agua según ASTM, BSI, ISO-NC.

Tabla 9. Clasificación del agua de acuerdo con su característica fisicoquímica. Especificaciones según la norma ASTM 1193:2001

Parámetros Fisicoquímicos	Tipo I	Tipo II	Tipo II	Tipo IV
Conductividad eléctrica calor máximo a 25 °C $\mu\text{S}/\text{cm}$	0,056	1,0	0,25	5,0
Resistividad mínima a 25 °C $\text{M}\Omega$	18	1,0	4,0	0,2
pH a 25 °C	-	-	-	5,0 a 8,0
Carbono Orgánico Total (COT) valor máximo mg/L	50	50	200	NL ¹
Sodio valor máximo $\mu\text{g}/\text{L}$	1	5	10	50
Cloruros valor máximo mg/L	1	5	10	50
Sílice Total valor máximo $\mu\text{g}/\text{L}$	3	3	500	NL

Tabla 10. Clasificación del agua de acuerdo con su característica fisicoquímica. Especificaciones según la BS 3978:1987

Parámetros Fisicoquímicos	Tipo I	Tipo II	Tipo II
Conductividad eléctrica calor máximo a 25 °C $\mu\text{S}/\text{cm}$	0,01	0,1	0,5
Contenido de oxígeno como matriz oxidable máximo, mg/L	-	0,08	0,4
pH a 25 °C	-	-	5,0 a 7,5
Absorbancia a 254 nm y 1 cm de trayectoria óptica, máximo unidades de absorbancia	0,001	0,01	No específica
Residuos después de evaporación por calentamiento a 110 °C. máximo, mg/Kg	-	1	3
Sílice Total valor máximo $\mu\text{g}/\text{L}$	0,01	0,02	No específica

Tabla 11. Clasificación del agua de acuerdo con su característica fisicoquímica. Especificaciones según ISO 3696:1987 y la NC-ISO 3696:2004.

Parámetros Fisicoquímicos	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Conductividad eléctrica calor máximo a 25 °C $\mu\text{S}/\text{cm}$	0,1	1	5
Resistividad $\text{M}\Omega$	10	1	0,25
Absorbancia (UA a 254 nm)	0,001	0,01	-
Sílice Total valor máximo mg/L	0,01	0,02	1
pH	-	-	5,0 a 7,5

Tabla 12. Comparación de los parámetros fisicoquímicos y valores de las definiciones de calidad de agua según ASTM, BSI, ISO y NC-ISO.

Parámetros Fisicoquímicos	Tipo I		Grado 1	Tipo II		Grado 2	Tipo III		Grado 3	Tipo IV		
	ASTM	BS	ISO-NC	ASTM	BS	ISO-NC	ASTM	BS	ISO-NC	ASTM	BS	ISO-NC
Conductividad eléctrica, máx. $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C	0,058	0,01	0,1	0,1	0,1	1	0,25	0,5	5,0	5,0	NA ²	NA
Resistividad eléctrica, mín. $\text{M}\Omega$ a 25 °C	18	NE ²	10	10	NE	1	4,0	NE	0,25	0,2	NA	NA
pH a 25 °C	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,0 a 7,0	5,0 a 7,0	5,0 a 7,0	NA	NA
Carbón Orgánico total (COT), máx. $\mu\text{g}/\text{L}$	50	NE	NE	50	NE	NE	200	NE	NE	NL	NA	NA
Sodio, máx. $\mu\text{g}/\text{L}$	1	NE	NE	5	NE	NE	10	NE	NE	50	NA	NA
Cloruros, máx. $\mu\text{g}/\text{L}$	1	NE	NE	5	NE	NE	10	NE	NE	50	NA	NA
Absorbancia (UA 254nm)	NA	NA	0,001	NA	0,01	0,01	NA	NA	NE	NA	NA	NA
SiO_2 mg/L	NA	NA	0,01	NA	NA	0,02	NA	NA	1	NA	NA	NA

6.4 Purificación de agua

Existen diferentes calidades de agua y diversas necesidades en función de su uso. En la purificación existen distintos procesos para eliminar las impurezas; entre los más importantes se encuentran:

- Filtración.
- Ultrafiltración.
- Destilación.
- Osmosis Inversa.
- Adsorción con carbón activado.
- Desionización.

➤ Tratamiento de agua para obtener agua de alta pureza según ASTM 1193: 2001 [18] [24]

El agua ultrapura (tipo I), no se puede obtener con un solo proceso de purificación, es necesario la combinación de más de uno de ellos, para lograr la calidad deseada de acuerdo a sus características fisicoquímicas. Como complemento se requiere de un tratamiento continuo y reiterativo para preservar e incrementar su calidad.

Ejemplo: Esto se puede lograr, filtrando el agua de la red de suministro en filtros de sedimentos y de carbón activado, para eliminar partículas y el cloro residual. Esta agua pasa a una unidad de ósmosis inversa donde se eliminan las sales disueltas con una eficiencia de un (95 a 98) %.

La remoción de sales por una membrana de ósmosis inversa no es suficiente si el agua que se pretende es de calidad I, II, III, por lo que el producto de la ósmosis pasa a un lecho mixto de resinas catiónicas/aniónicas, mezcladas entre sí en forma tal que los equivalentes de cada resina son los mismos.

El agua que sale de este lecho de resinas mixtas no necesariamente cumple con las referencias de calidad y es conveniente reciclar y pasar continuamente el agua a través de la resina mixta. Esto no solo incrementa en cada paso su calidad, sino que también el agua almacenada pierde sus cualidades, por lo que el reciclado continuo es muy conveniente.

Cuando el agua producto no se emplea continuamente y se almacena por períodos, disminuye su calidad fisicoquímica.

Esta configuración produce agua de óptima calidad en sus parámetros fisicoquímicos.

➤ **Tratamiento de agua para obtener agua de grado III según NC- ISO 3696: 2004. Destilación [16] [25]**

La destilación es el método más antiguo para la purificación de agua. En la destilación, el agua se calienta hasta ebullición y el vapor se separa, se condensa y se recolecta. A pesar de que algún tipo de contaminación del agua de alimentación permanece, la destilación es popular porque la ebullición asegura la muerte de los microorganismos en estado vegetativo.

La destilación del agua consiste en separar los componentes basándose en las diferencias en los puntos de ebullición. Los compuestos con una presión de vapor baja tendrán puntos de ebullición altos y los que tengan una presión de vapor alta tendrán puntos de ebullición bajos. Los tipos de destilación más comunes son: La Destilación Simple, Destilación Fraccionada y la Destilación por Arrastre con Vapor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] LA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD. Centro de Información de Sustancias Químicas, Emergencias y Medio Ambiente – Derechos Reservados: Cistema – ARP Sura Página 1 - 9.
- [2] Guía sobre fichas de datos de seguridad y escenarios de exposición. Referencia: ECHA-18-G-07-ES Número de catálogo: ED-02-18-780-ES-N ISBN: 978-92-9020-588-3 DOI: 10.2823/42302 Fecha: junio de 2018 Idioma: Español © Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas, 2018. European Chemical Agency
- [3] Etiquetado con el SGA. Consultado junio de 2020 <http://ghs-sga.com/>
- [4] Centro de Información de Sustancias Químicas, Emergencias y Medio Ambiente – Derechos Reservados: Cistema – ARP Sura Página 1 de 8 SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS. <https://www.arlsura.com/files/sistemaglobalmentearmonizado.pdf>
- [5] ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD. Manual de Seguridad en Laboratorios. Universidad Austral de Chile.
- [6] SERVICIO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y EMPLEO. Prevención de Riesgos Específicos en Centros Educativos. Capítulo I. Seguridad y Salud en Centros Educativos. En https://www.um.es/documents/115466/127147/prevencion_de_riesgos_en_laboratorios.pdf/13d5ec81-4836-4426-8193-6b3bd16f41dd. Consultado junio 2 de 2020
- [7] CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio. Servicio de prevención de riesgos laborales del CSIC en Sevilla. 2007
- [8] Manuel A. Leiva-Guzmán MATERIALES DE REFERENCIA Y COMPARACIONES INTERLABORATORIOS Herramientas para el control de la calidad en laboratorios de ensayo. ©2006, FUNDACION CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - CENMA UNIVERSIDAD DE CHILE Santiago de Chile
- [9] GUM: 1995 (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML) “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”.
- [10] LGC/VAM: Development and harmonisation of measurement uncertainty principles. Part (d): Protocol for uncertainty evaluation from validation data. 2000.
- [11] [5] ISO Guide 30:1992, “Terms and definitions used in connection with reference materials”, ISO (1992), Ginebra.
- [12] ISO Guide 33:2000, “Uses of certified reference materials”, ISO (2000), Ginebra.
- [13] Rocío M. Marbán, Julio A. Pellecer C. Metrología para No-Metrólogos, Segunda Edición 2002, ISBN 99922-770-0-9.

[14] Centro Español de Metrología. <https://www.cem.es/cem/estructura-del-cem/%C3%A1rea-de-temperatura/laboratorio-de-materiales-de-referencia%20>

[15] ISO Guide 35:2006 Reference materials - General and statistical principles for certification. ISO, Geneva.

[16] Torres-Lozano M, Lara-Manzana JV. Selección y producción de agua para uso en el laboratorio. CNM-MRD-PT-017.CENAM; 2000.

[17] Laurel-Gómez M. Análisis técnico- económico para determinar la variante de diseño de tratamiento de agua en base a la tecnología: intercambio iónico contracorriente. [Tesis de diploma]. Ciudad de la Habana: ISP José Antonio Echeverría, Facultad de Ingeniería Química; 2008.

[18] ASTM 1193: 2001 Standard specification for reagent water.

[19] BS 3978: 1987 British Standard Specification for water for laboratory use.

[20] ISO 3696: 1987 Water for analytical laboratory use – Specification and test methods.

[21] NC-ISO 3696: 2004 Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificaciones y método de ensayo.

[22] Bolaño-Guillén A, Pérez-López M, Garza-Cano E. Tutorial de análisis de agua. [Sitio en Internet] Tripod. Disponible en: <http://arturobola.tripod.com/glosa.htm>. Acceso 25 de mayo 2020.

[23] Festa Hidrogel: Asesoría y servicios en sistemas de tratamiento de agua. [Sitio en Internet] Festa Hidrogel. Características de las aguas para uso en el laboratorio, <http://www.filtroyequipos.com>. Acceso 25 de mayo de 2020.

[24] QuimiNet. Estándares de calidad en agua grado reactivo. [Sitio en Internet] QuimiNet.com. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/estandares-de-calidad-en-agua-grado-reactivo-27209.htm>. Acceso 25 de mayo 2020.

[25] Aquamatter: agua de calidad. Desalación por destiladora y osmosis inversa. [Sitio en Internet] aquamatter. Disponible en: <https://www.aquamatter.com/index.php> Acceso 25 de mayo 2020.