

2020

PROYECTO FIN DE MASTER

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS VALORES
LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL EN
DISTINTOS PAÍSES PARA DIVERSOS MATERIALES
USADOS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN
DURANTE EL PERIODO 2015 - 2019**

NAHOMY GUZMÁN BASURTO



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Edificación



PROYECTO FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO DE SEGURIDAD INTEGRAL EN LA EDIFICACIÓN

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS VALORES LÍMITES DE
EXPOSICIÓN PROFESIONAL EN DISTINTOS PAISES EN
DIVERSOS MATERIALES USADOS EN EL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN DURANTE EL PERIODO 2015 - 2019**

AUTORA

Nahomy Guzmán Basurto

TUTOR

D. Francisco Javier Alejandre Sánchez

CO-TUTOR

D. Juan Jesús Martín Del Rio

Departamento de Construcciones Arquitectónicas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniera de la Edificación
Sevilla, Noviembre 2020



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Edificación

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SEGURIDAD INTEGRAL EN LA EDIFICACIÓN

PROYECTO FIN DE MÁSTER

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS VALORES LÍMITES DE
EXPOSICIÓN PROFESIONAL EN DISTINTOS PAISES EN
DIVERSOS MATERIALES USADOS EN EL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN DURANTE EL PERIODO 2015 - 2019**

AUTORA: NAHOMY GUZMÁN BASURTO

TUTOR DE PROYECTO: D. FRANCISCO JAVIER ALEJANDRE SÁNCHEZ

CO-TUTOR: D. JUAN JESÚS MARTÍN DEL RIO

DEPARTAMENTO: CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS II

CURSO: 2019/2020

SEVILLA, NOVIEMBRE 2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres y a mi hermano, quienes, con su ayuda, amor, comprensión y ánimos ayudaron a cumplir este objetivo.

Aunque ha sido un camino largo esto definitivamente no habría sido posible sin ustedes. Que orgullo poder llamarlos familia.

Los amo infinitamente.

ÍNDICE

1. RESUMEN/ABSTRACT	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. ESTADO DE LA CUESTION.....	6
3.1. Toxicidad e índices toxicológicos	6
3.2. Toxicología Laboral	8
3.3. VLA Valores Límites Ambientales	9
3.4. LEP Límites de Exposición Profesional	12
3.5. Organismos de control para la emisión de Límites de Exposición Profesional	13
3.6. España (ESP)	13
3.7. Alemania (DEU)	14
3.8. Francia (FRA)	15
3.9. Italia (ITA)	16
3.10. Reino Unido (GBR)	16
3.11. Unión Europea (UE)	17
3.12. Estados Unidos (USA)	21
4. OBJETIVOS	22
5. METODOLOGÍA.....	23
6. ESTUDIO DE LOS VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL	38
6.1. Límites de Exposición Profesional 2015 – 2019	38
6.2. Análisis comparativo de los límites de exposición profesional	50
6.3. Análisis comparativo global de VLA – ED	65
7. CONCLUSIONES.....	66
8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	70
9. GLOSARIO.....	71
10. BIBLIOGRAFIA	74

11. ÍNDICE DE TABLAS.....	76
----------------------------------	-----------

1. RESUMEN/ABSTRACT

El presente proyecto fin de máster desarrolla un estudio comparativo de los Valores Límites Ambientales de Exposición Diaria Profesional VLA – ED de un listado diverso de 20 compuestos químicos comunes usados en el sector de la construcción. Para llevar a cabo este estudio se recopilan los VLA – ED expuestos por las entidades reguladoras de higienistas de los países de España, Alemania, Francia, Italia, Estados Unidos y la Unión Europea durante el año 2015 al año 2019. Finalmente, el proyecto determinara si estos compuestos han sufrido modificaciones durante este periodo de acuerdo con su convergencia o divergencia.

Palabras clave: Valor Limite Ambiental, exposición diaria, compuestos químicos, higienistas, convergencia, divergencia.

This final master's degree project develops a comparative study of the Environmental Limit Values of Professional Daily Exposure VLA - ED of a diverse list of 20 common chemical compounds used in the construction sector. To carry out this study, the VLA - EDs exposed by the hygienist regulatory entities of the countries of Spain, Germany, France, the United States and the European Union during the years 2015 to 2019 are collected. At the end, the project will determine whether these Compounds have undergone modifications during this period according to their convergence or divergence.

Keywords: Environmental Limit Value, daily exposure, chemical compounds, hygienists, convergence, divergence.

2. INTRODUCCIÓN

La construcción es considerada como un sector industrial primordial para el desarrollo económico de un país, acelerando su crecimiento, creando empleo y transformándose en un pilar simultáneo del consumo. Los trabajadores que ejercen esta ocupación están expuestos a diversos tipos de riesgos derivados de su actividad, así como también a riesgos generados por quienes trabajan en su entorno próximo. A pesar de que el volumen de producción es bajo, el nivel de riesgo es alto, debido al dinamismo que ejerce el proceso constructivo. Sin embargo, existen también riesgos relacionados con la manipulación de sustancias, así como por los contaminantes físicos, químicos y biológicos que provocan enfermedades profesionales.

En un artículo publicado en el año 2003 por la Organización Internacional del Trabajo (OIT)¹ afirma que en el mundo se producen anualmente 340 millones de accidentes laborales y 160 millones de enfermedades relacionadas con el trabajo. Las enfermedades relacionadas con el trabajo son las que causan mayores muertes entre los trabajadores, el sector productivo que registra mayor tasa de siniestralidad es la construcción de ellas 651.279 muertes al año son por exposición a sustancias peligrosas.

2.1. Valoración del riesgo higiénico en el sector de la construcción y análisis legal

La higiene industrial es una disciplina dentro de la prevención de riesgos laborales, se define como la probabilidad que tienen los trabajadores de sufrir alteraciones en la salud ocasionada por la exposición a contaminantes químicos, físicos o biológicos durante el

¹ Organización Internacional del Trabajo, 2003. La Construcción: un trabajo peligroso. OIT: https://www.ilo.org/safework/areasofwork/hazardous-work/WCMS_356582/lang--es/index.htm

desarrollo de su trabajo, los mismos que podrán afectar a una o varias personas a su vez y dar lugar a enfermedades profesionales.

Se define como riesgo de carácter físico aquellos dados por la exposición a ruido, iluminación, radiaciones, temperaturas, entre otros. Los riesgos químicos se presentan en forma de humos, vapores o gases (compuestos volátiles, subproductos de la combustión, suspensiones de fibras microscópicas, etc.) por lo que principalmente se transmiten por el aire. La exposición más común suele producirse por inhalación, aunque ciertos compuestos pueden fijarse y ser absorbidos a través de la piel, mientras que los riesgos biológicos se presentan por exposición a microorganismos infecciosos, a sustancias tóxicas de origen biológico o por ataques de animales (Solis Carcaño, 2006).

Durante los años 1995 y 1999, en España es una época de trascendencia en cuanto a legislación en prevención de riesgos laborales, iniciando con la aprobación de la LPRL 31/1995, una etapa en la cual se ve comprometida la importancia de conocer y emplear valores límites de exposición profesional a distintas sustancias químicas. Es el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (nombre de la época), el órgano del Estado encargado de establecer límites en los cuales el trabajador puede permanecer expuesto a un determinado contaminante. Es así como, en el año 1999, se publica el primer listado de sustancias y valores, considerándose como la primera referencia para aquellos agentes químicos que no dispongan de valores límites reglamentarios, desde este año dicho listado es sometido a una revisión periódica anual en la cual se analizan cambios adoptados en los procesos científicos y técnicos.

En este tema de investigación se pone en análisis dos normativas relevantes con relación a los valores límites ambientales tomando en cuenta que estos sirven exclusivamente cuando se realiza evaluación cuantitativa y el control de los riesgos por inhalación de los

agentes químicos. El RD 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes durante el trabajo (RD 374 INSHT, 2001), cuyo objeto es identificar, medir y generar evaluaciones de riesgos por exposición a contaminantes químicos basándose en los principios generales de la prevención, facilitando la adopción de medidas de control para la prevención y protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a accidentes, incidentes y emergencias con la final de brindar protocolos de vigilancia a la salud, y la norma UNE EN 689: 2019 es aquella en la que se proponen directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos y la comparación con los valores límites ambientales, el procedimiento de aplicación es tomar mediciones de una muestra representativa justificando el número y tiempo de duración de las muestras, su ubicación, el número de trabajadores a muestrear y el número de jornadas durante las que se van a realizar las mediciones incluyendo el posterior tratamiento de los datos y las posibles conclusiones de valoración.

2.2. Enfermedades profesionales derivados de la exposición a agentes contaminantes químicos

Se considera enfermedad profesional a aquellas afecciones crónicas, patologías o lesiones relacionadas a la actividad laboral (daños derivados del trabajo) y como resultado de la exposición a factores de riesgo. Una vez producida se debe determinar la relación causa – efecto entre el trabajo desempeñado y la enfermedad crónica.

Para este trabajo de investigación definiremos aquellas enfermedades profesionales ocasionadas por la exposición a compuestos químicos en tareas del sector de la construcción, tales como enfermedades de la piel, enfermedades respiratorias y cáncer, entre otras. Dichas patologías son producidas por sustancias químicas que se encuentran presentes en el ambiente laboral, ya sea en forma de polvos, humos, vapores y gases, o en forma líquida o

semi-líquida (gomas y solventes). Este tipo de sustancias están presentes en el hormigón, cemento, pinturas, disolventes y en elementos prefabricados que contiene fibras como el amianto, y que se pueden generar en operaciones de corte o pulido que producen el polvo de sílice, etc. Las enfermedades ocupacionales que prevalecen en este sector incluyen dermatitis, asma, silicosis, asbestosis, bronquitis, alergias y cáncer entre otros (Arrovaye. A, 2010).

2.3. Análisis de los valores límites ambientales de los países

Los Valores límites ambientales son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud (ISTAS, 2015).

Los valores límite de exposición ambiental establecidos por la Comisión Europea son en su mayoría valores indicativos, los estados miembros de la Unión Europea deben tener en cuenta estas recomendaciones al establecer sus respectivas legislaciones nacionales y poner a disposición la información a las organizaciones de trabajadores y de empresarios sobre estos valores y su correspondiente base científica, sin embargo al ser recomendaciones, los miembros estados de la UE tienen autonomía y jurisdicción completa para adoptar o no dichos valores. Hasta la fecha actual no existe un proyecto de ley en el que se dictamine la necesidad de que todos los países miembros aprueben y unifiquen un solo valor límite de exposición ambiental de las sustancias químicas que están presentes en el listado propuesto por la Comisión Europea.

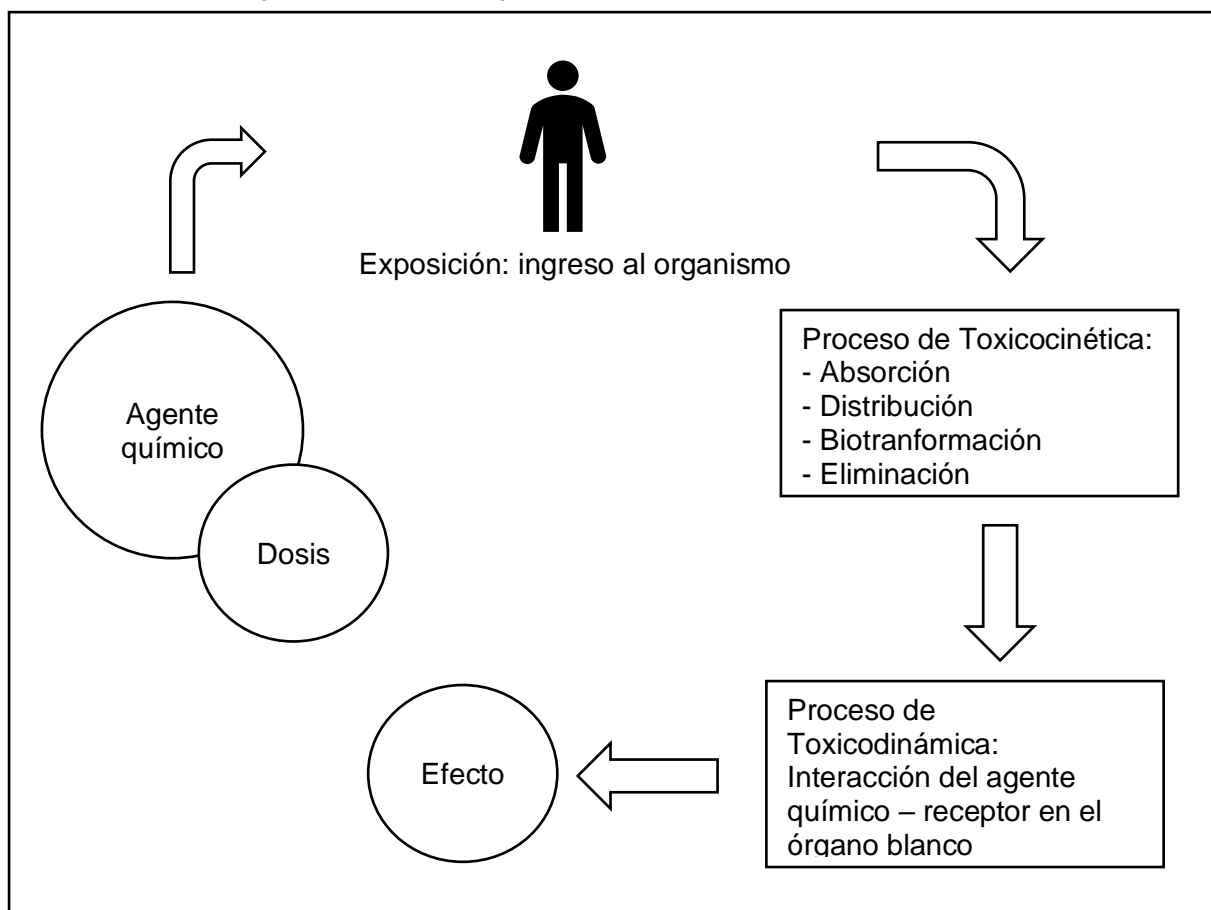
3. ESTADO DE LA CUESTION

3.1. Toxicidad e índices toxicológicos

La toxicología es el estudio de los venenos o, en una definición más precisa, la identificación y cuantificación de los efectos adversos asociados a la exposición a agentes físicos, sustancias químicas y otras situaciones (Silbergeld. E, 1998).

La toxicidad es pues uno de los factores que determinan el riesgo, pero éste responde además a otros varios factores, como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad del compuesto y el tamaño de las partículas. El concepto de toxicidad se refiere a los efectos biológicos adversos que pueden aparecer tras la interacción de la sustancia con el cuerpo, mientras que el concepto del riesgo incluye además la probabilidad de que se produzca una interacción efectiva (NTP 108: Criterios Toxicológicos Generales Para Los Contaminantes Químicos, 1984).

Figura 1. Exposición a agente químico Fuente: Elaboración propia



Para que un compuesto químico sea clasificado como sustancia tóxica aguda o crónica se obtienen datos a través de pruebas experimentales en animales en las cuales se les expone a una dosis determinada del compuesto y se evalúa las reacciones. Se considera una dosis tóxica, aquella que es capaz de producir un efecto dañino, mientras que una dosis letal es aquella con la capacidad de producir la muerte su unidad de medida suele ser mg (cantidad del xenobiótico² que entra en el organismo) / kg de peso.

La dosis dependerá de tres parámetros:

- La concentración o cantidad de contaminante presente en el ambiente laboral.
- El tipo de contaminante.
- El tiempo de exposición del trabajador al contaminante.

Existen dos tipos de dosis letales, la DL_{50} explica que el xenobiótico al cual se expuso a la población animal estudiada produjo la muerte en el 50% de la muestra, mientras que la DL_{100} refiere a que se produjo la muerte el 100% de la muestra.

Tabla 1. Grados de toxicidad relación dosis

Fuente: Capítulo 2.13. Toxicología Clínica (García, E., Valverde, E., Agudo, M. A., Novales, J., & Luque, M. I. 2.13. Toxicología clínica)

Toxicidad	Dosis mg/kg de peso
Prácticamente no tóxico	>15.000
Ligeramente tóxico	5.000 – 15.000
Moderadamente tóxico	500 - 5.000
Muy tóxico	50 - 500
Extremadamente tóxica	5 - 50
Súper tóxica	< 50

² Xenobiótico: sustancia química que se encuentra dentro de un organismo que no se produce naturalmente o se espera que no esté presente dentro del organismo.

Al entender la conceptualización de toxicidad y dosis, lo correlacionamos con dos parámetros básicos. **Dosis – efecto** la cual refiere que a mayor dosis proporcionada a un individuo determinado equivale a un incremento en su cambio biológico (efecto) o gravedad, mientras que en la **dosis – respuesta** es la relación que existe entre la dosis y la proporción de individuos que mostraron efectos. Es esencial entender la relación de estos términos, en estudios epidemiológicos se aplican para poder comprender la relación causal que existe entre un agente y la presencia de una patología, en donde el efecto o la respuesta debe ser proporcional a la dosis.

3.2. Toxicología Laboral

La toxicología laboral proviene de la contaminación del ambiente ocupacional por sustancias químicas se produce en los procesos de trabajo como consecuencia directa o indirecta de la manipulación, empleo, transportación y(o) almacenamiento de materiales y productos que generan o dispersan gases, vapores y(o) partículas sólidas o líquidas en el aire. El contacto del hombre con estas sustancias químicas posibilita su entrada al organismo por diferentes vías, provocándole o no, de acuerdo con la dosis absorbida, enfermedades u otras alteraciones en su estado de salud (Ibarra. E, 2013).

Analizando la problemática es necesario implementar un procedimiento que tenga secuencia lógica enfocada en actividades que permitan gestionar y control el riesgo por exposición a contaminantes de una manera eficiente (Ibarra. E, 2013).

- Etapa 1: Identificación, análisis y determinación de las causas y fuentes principales de la contaminación ambiental y de la exposición de los trabajadores.
- Etapa 2: Determinación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire y del nivel de la exposición de los trabajadores.
- Etapa 3: Análisis e interpretación de los resultados.

- Etapa 4: Conclusiones del estudio y establecimiento de las recomendaciones.
higiénico sanitarias apropiadas.
- Etapa 5: Verificación de la efectividad del conjunto de medidas adoptadas.

3.3. VLA Valores Límites Ambientales

Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 semanales, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud (NTP 526: Valores Límite de Exposición Profesional En La Unión Europea y En España, 1999).

Por las características individuales de las personas, existe una amplitud de las diferencias de respuesta, basadas tanto en factores genéticos como en hábitos de vida, un pequeño porcentaje de trabajadores podría experimentar molestias a concentraciones inferiores a los VLA, e incluso resultar afectados más seriamente, sea por agravamiento de una condición previa o desarrollando una patología laboral (NTP 526: Valores Límite de Exposición Profesional en la Unión Europea y en España, 1999).

Los VLA sirven exclusivamente para la evaluación y el control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos incluidos en la lista de valores. Cuando uno de estos agentes se puede absorber por vida cutánea, sea por la manipulación directa del mismo, sea a través del contacto de los vapores con las partes desprotegidas de la piel, y esta aportación pueda resultar significativa para la dosis absorbida por el trabajador, el agente en cuestión aparece señalado en la lista con la notación “vida dérmica” (NTP 526: Valores Límite de Exposición Profesional en la Unión Europea y en España, 1999).

El valor límite para la materia articulada no fibrosa se expresa en mg/m^3 o submúltiplos y el de fibras, en fibras/m^3 o $\text{fibras}/\text{cm}^3$, en ambos casos para las condiciones reales de

temperatura y presión atmosférica del puesto de trabajo. Esto significa que las concentraciones medidas en estas unidades, en cualesquiera de las condiciones de presión y temperatura, no requieren ninguna corrección para ser comparadas con los valores límite aplicables (NTP 526: Valores Límite de Exposición Profesional en la Unión Europea y en España, 1999).

Para establecer los valores límites de referencia se analizan las propiedades físico – químicas de las sustancias, daños a la salud, al ambiente, factores relacionados a estudios experimentales. Una guía de referencia serán las fichas de seguridad.

Como fue mencionado anteriormente los VLA tienen como unidad de medida mg/m^3 , cuando una sustancia este en ppm se realizará la conversión empleando la fórmula 1.

Fórmula 1. Conversión ppm a mg/m^3 Fuente: RD 374/2001

$$VLA \text{ en } \text{mg}/\text{m}^3 = \frac{(VLA \text{ en ppm})(\text{peso molecular del agente químico en gramos})}{24,04}$$

En esta fórmula el valor de 24,04 representa el volumen molar en litros en tales condiciones estándar.

Los Valores Límites Ambientales poseen la siguiente clasificación (Límites de Exposición Profesional INSST, 2019):

- Valor Límite Ambiental para la Exposición Diaria VLA-ED: Valor límite de la concentración media, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias (RD 374 INSHT, 2001).

Se cree basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

El VLA – ED puede ser calculado matemáticamente con la fórmula 2

Fórmula 2. Cálculo VLA-ED Fuente: RD 374/2001

$$ED = \frac{\sum C_i t_i}{8}$$

En esta fórmula se entiende como:

C: la concentración i-ésima

t: el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor c_i

El cálculo de la ED de la jornada debe estar expresando en horas, tomando como objeto real la suma de los tiempos de exposición del trabajador.

- Valor Límite Ambiental para Exposiciones de Corta Duración VLA-EC: valor límite de la concentración media, medida o calculada para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un periodo de referencia inferior (RD 374 INSHT, 2001).

Agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el VLA-EC constituye un complemento del VLA-ED y, por tanto, la exposición a estos agentes habrá de valorarse en relación con ambos límites. En cambio, a los agentes químicos de efectos principalmente agudos como, por ejemplo, los gases irritantes, sólo se les asigna para su valoración un VLA-EC (Límites de Exposición Profesional INSST, 2019).

El VLA – EC puede ser calculado matemáticamente con la fórmula 3

Fórmula 3. Cálculo VLA-EC Fuente: RD 374/2001

$$EC = \frac{\sum C_i t_i}{15}$$

En esta fórmula se entiende como:

C_i: la concentración i-ésima dentro de cada período de 15 min.

t_i: el tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor c_i

Para el cálculo del VLA-EC es importante considerar que la suma de los tiempos de exposición del agente contaminante al trabajador debe ser igual a 15 minutos.

- Límites de Desviación: Aquellos agentes químicos que estén por encima del VLA-ED, aun cuando este valor se encuentre dentro de los límites recomendados debe aplicar los límites de desviación, los cuales fueron establecidos mediante consideraciones de carácter estadístico No deberá superarse durante más de 30 minutos en la jornada de trabajo el valor de 3 veces el VLA-ED. No deberá superarse en ningún momento el valor de 5 veces el VLA-ED. Si se mantienen las desviaciones de la exposición dentro de los límites establecidos, se considerará que la exposición está controlada; en caso contrario, será necesario implantar medidas correctoras para mejorar el control.

3.4. LEP Límites de Exposición Profesional

Los límites de Exposición Profesional (LEP) son los valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y, por lo tanto, para proteger la salud de los trabajadores (Límites de Exposición Profesional INSST, 2019).

Es fundamental comprender que los Límites de Exposición Profesional (LEP) no deben utilizarse para la evaluación de la contaminación medioambiental de una población, de la contaminación del agua o los alimentos, para la estimación de los índices relativos de toxicidad de los agentes químicos o como prueba del origen, laboral o no, de una enfermedad o estado físico existente. Se considerarán como Límites de Exposición Profesional los Valores Límite Ambientales (VLA), contemplándose, además, como complemento indicador de la exposición, los Valores Límite Biológicos (VLB) (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, n.d.).

3.5. Organismos de control para la emisión de Límites de Exposición Profesional

Alrededor del mundo varios países han establecidos sus propios valores límites de exposición profesional o adoptado un marco legal que les permita gestionar y controlar la exposición a agentes químicos por inhalación, estos valores son sometidos a revisiones anuales periódicas basados en criterios técnicos científicos y la presencia de patologías en los trabajadores, es así como cada año se publica listados actualizados. En el presente trabajo se analizan los organismos de control para la emisión de LEP de los siguientes países:

3.6. España (ESP)

INSST – Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo fundado en el año 1971 es el órgano científico técnico especializado de la Administración General del Estado en España la cual enfoca su gestión en el análisis y estudio de las condiciones de seguridad y salud ocupacional buscando la promoción del trabajo seguro, prevención y protección de los trabajadores. El INSST es un órgano regulador que dictamina parámetros en los cuales el trabajador puede permanecer expuesto a un determinado contaminante, para el año 1999

el INSST contaba con dos publicaciones en donde hablaba sobre cinco agentes contaminantes, estos valores vinculantes provienen de la Directiva 98/24/CE y de las de cancerígenos 90/394/CEE y su segunda modificación para ese entonces 1999/38/CE, a este se le añadió VLA para el amianto (Directiva 91/382/CEE).

3.7. Alemania (DEU)

IFA - Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo del Seguro Social de Accidentes de Alemania, está destinado a brindar apoyo a institutos de Seguros Sociales de Accidentes de Alemania y sus organizaciones, asociadas directamente con la protección de la seguridad y salud en el trabajo. A través del desarrollo e investigaciones en:

- Pruebas de productos y muestras de materiales
- Mediciones y asesoramiento en el lugar de trabajo
- Participación en organismos de normalización y establecimiento de reglamentación
- Información técnica y experiencia

El IFA dentro de sus investigaciones elabora una base de datos con información sobre sustancias peligrosas denominada GESTIS³, en esta se explican recomendaciones para la manipulación segura de sustancias peligrosas y otras sustancias químicas usadas en el trabajo, efectos sobre la salud, medidas de protección necesarias y demás en caso de exposición, incluidos primeros auxilios. Información sobre propiedades físico – químicas, normativas especiales, clasificación y etiquetado de acuerdo con el sistema global armonizado (pictogramas, frases H). Dispone alrededor 8.800 sustancias compiladas, estos datos son actualizados inmediatamente después de la publicación de nuevas regulaciones oficiales o después de la publicación de nuevos resultados científicos. En Alemania se

³ GESTIS: Gefahrstoffinformationssystem, es el sistema de información de sustancias peligrosas.

denomina al valor de tiempo límite ambiental de larga duración y corta duración como MAK “Maximale Arbeitsplatz-Konzentration” y “Minimun Arbeitsplatz-Konzentration”; mientras que al valor de límite biológico se lo denomina como BAT “Biologische Arbeitsstoff-Toleranzwerte” o BLW (Biologische Leit-Werte) determina nivel de exposición de riesgo biológico que puede provocar la exposición a una sustancia química en el lugar de trabajo.

3.8. Francia (FRA)

ANSES – French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety Agencia francesa para alimentos, ambiente y seguridad y salud ocupacional. En el año 2005 el ministerio de trabajo francés mediante el primer Plan de Salud Ocupacional solicita a la ANSES que realice las evaluaciones pertinentes a través de peritaje científico colectivo e independiente el establecimiento de Límites de Exposición Profesional basados en criterios de salud. A través de ello se buscaba recomendar no solo los niveles de concentración (atmosféricos y biológicos) relevantes para la protección de la salud de los trabajadores, sino también métodos de medición para comparar las exposiciones ocupacionales con los LEP recomendados.

En Francia se denomina a los VLA como VLE “valeurs limites d’exposition”, cuando este valor es de corta duración es VLCT “valeurs limites d’exposition” à court terme” y cuando es de mayor duración VME “valeurs limites de moyenne d’exposition “.

Cuando se considere oportuno, además de los VLE, la ANSES manifiesta su posición sobre información que puede ser útil para implementar el monitoreo biológico de la exposición por parte de los médicos ocupacionales: esto implica recomendar la determinación de ciertos parámetros biológicos, preferiblemente en orina, pero también en ocasiones en sangre o aire exhalado, dependiendo de la sustancia. Todas las vías de exposición y ciertos factores que

interfieren con la absorción (como el caudal del ventilador) se tienen en cuenta al recomendar valores límite biológicos (VLB) y / o valores de referencia biológicos (VRB) (ANSES, 2017).

3.9. Italia (ITA)

AIDII – Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali, la Asociación Italiana de Higiene industrial, es una entidad científica, cuyo fin es promover el progreso y la difusión de la higiene industrial, o laboral y la protección del medio ambiente dentro y fuera del lugar de trabajo a través de la formación, la investigación, la divulgación científica y la promoción de medidas de control en base a normas, leyes y técnicas. En Italia se toman como referencia los valores límites de exposición profesional de la Conferencia Estadunidense de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) y luego es traducido al italiano por la AIDII de tal forma que se socialicen, implementen y cumplan con población laboral. De acuerdo con el decreto ministerial del 20 de agosto de 1999 siempre que la legislación italiana no establezca un valor obligatorio para LEP se regirá a los impuestos por la ACGIH. En Italia se denomina a los valores límites de exposición profesional como VLEP “Valori Limite di Esposizione Professionale”, se expresa al valor de corta duración como VLBE “Valore Limite per brevi esposizioni” y al valor límite de larga duración como VLP “Valore Limite ponderato”

3.10. Reino Unido (GBR)

El HSE - Health and Safety Executive es la dirección de seguridad y salud en el Reino Unido es una agencia perteneciente al gobierno que fomenta, regula y vigila el cumplimiento de la seguridad, salud y bienestar en el lugar de trabajo además de investigar los accidentes laborales de índole pequeño o grande. El HSE fue creado por la ley de Seguridad y Salud en el Trabajo en 1974, está patrocinado por el departamento de pensiones y trabajo.

En el Reino Unido se denomina a los límites de exposición profesional como WELs “Workplace Exposure Limits” aquellas sustancias que hayan sido asignadas con un valor de LEP están sujetas a los requisitos del Control de Sustancias Peligrosas – COSHH. Las regulaciones requieren que los empleadores prevengan o controlen la exposición a sustancias peligrosas. COSHH, el control se define como adecuado solo si:

- Se aplican los principios de buenas prácticas en control del riesgo
- No se debe exceder ningún LEP establecido
- Se trata de reducir al mínimo la exposición a los carcinógenos y mutagénicos.

El Reino Unido hace referencia a valores límites de exposición de corta duración “short-term (15- min TWA) exposure limit y para aquellos que sean de larga duración long-term (8-hour TWA) exposure limit. La dirección de seguridad y salud (HSE) en el trabajo del Reino Unido es la encargada de difundir el listado de los valores límites de exposición profesional de sustancias químicas a través de su normativa EH40 cuya primera publicación fue realizada en el 2005 en conjunto al reglamento para la salud referente al uso y control de sustancias peligrosas del 2002, el listado de valores enumerados en el EH40 / 2005 reemplazan cualquier LEP contenido en otras guías o publicaciones de la dirección de seguridad y salud.

3.11. Unión Europea (UE)

La Directiva 98/24/CE el 7 abril de 1998 propone una normativa relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo y es ahí donde se determina a través de una tabla cuyos apartados mencionan:

Tabla 2. Lista de Valores Límite de Exposición Profesional Vinculantes con un agente de ejemplo

Fuente: Directiva 98/24/CE

Nombre del agente	ENECS ⁴	CAS ⁵	Valor límite de exposición profesional 8h ⁶		Valor límite de exposición corto plazo ⁷	
			mg/m ³ ⁸	ppm ⁹	mg/m ³	ppm
Plomo inorgánico y sus derivados			0,15			

SCOEL - Scientific on Occupational Exposure Limit Values es un comité de científicos propuestos por la Comisión Europea dedicados a examinar sustancias químicas usadas en el ámbito laboral con el fin de poder evaluar sus efectos sobre la salud de los trabajadores. Durante el año de 1995 se realiza el primer acercamiento por el SCOEL el cual fue desarrollado con una propia metodología en donde se analiza detalladamente un listado de sustancias químicas, este documento denominado "Metodología para la derivación de la ocupación Límites de exposición, es presentando a los representantes de los estados miembros de la comisión europea, las organizaciones de trabajadores y las organizaciones de empleadores en un seminario el cual tuvo lugar el 16 de junio de 1998, en la ciudad de Luxemburgo y no es hasta el año de 1999 cuando finalmente se completa dicho informe bajo el nombre de "EUR 19253 EN" el mismo que es actualizado periódicamente de acuerdo a las variantes presentadas en el desarrollo de la ciencia y procedimientos de trabajo.

La última actualización de este documento es la versión 7 en junio del 2013 con el nombre de "Metodología para la derivación de los límites de exposición ocupacional".

⁴ EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (Inventario europeo de sustancias químicas comerciales existentes).

⁵ CAS: Chemical Abstracts Service (Servicio de resúmenes químicos).

⁶ Medido o calculado en relación con un período de referencia de ocho horas, promedio ponderado en el tiempo.

⁷ Valor límite por encima del cual no debe producirse exposición, relacionado con un período de 15 minutos, a menos que se especifique otra cosa.

⁸ mg/m³: miligramos por metro cúbico de aire a 20 °C y 101,3 KPa.

⁹ ppm: partes por millón por volumen en el aire (ml/m³).

El análisis de sustancias químicas se realiza meticulosamente considerando cada sustancia individualmente. Siempre que sea posible, SCOEL intentará establecer un criterio basado en los niveles de exposición profesional relacionados directamente con los daños a la salud.

Este análisis se realizará mediante los siguientes parámetros:

Tabla 3. Parámetros de Análisis del SCOEL Fuente: Elaboración propia

	Recabar toda la información sobre los peligros de la sustancia
1.	<ul style="list-style-type: none">- Peligros para la salud humana- Peligros para los animales- Información experimental- Propiedades físico – químicas
2.	Determinar si la base de datos de las sustancias químicas son adecuadas para el establecimiento de los límites de exposición profesional.
3.	Identificar los efectos adversos que pueden derivarse de la exposición a la sustancia.
4.	Establecer que efectos adversos se consideran cruciales para determinar el nivel de los valores de LEP.
5.	Identificar los estudios pertinentes en humanos o animales que determinen efectos adversos, verificando la veracidad y calidad de dichos estudios.
6.	Establecer si la sustancia actúa a través de un mecanismo sin umbral o si se puede utilizar un modelo toxicológico convencional (con umbral). Aquellas sustancias que no cuenten con mecanismos de umbral, el SCOEL considera que "basado en la salud" no se pueden establecer LEP y se aplicarán diferentes consideraciones.

- Evaluar los datos obtenidos del análisis de dosis/respuesta para cada efecto clave. Si los niveles de efectos adversos tienen características de
7. “no observado” deberá establecerse la definición (NOAELs¹⁰), de lo contrario establecer se determinarán como niveles de efectos adversos observados (LOAEL¹¹) o dosis de referencia
-
8. Decidir si se requiere realizar la evaluación en un límite de exposición a corto plazo (STEL) o en un límite de larga duración de 8 horas de promedio ponderado en el tiempo (TWA)
-
9. Decidir si se establecerá un valor límite biológico (BLV) y, en caso de ser así que tipo de valor límite será
-
10. Establecer un valor numérico para un OEL de 8 horas de TWA en o por debajo del NOAEL (o, si esto no es posible, por debajo del LOAEL), incorporando un apropiado factor de incertidumbre (UF).
-
11. Establecer un valor numérico para un STEL - LEP de las sustancias químicas a corto plazo (si es necesario).
-
12. Establecer un valor numérico para un BLV – Valor límite biológico (si es necesario).
-
13. Documentar todo el proceso de tal manera que el fundamento de los valores límite de exposición profesional sea claros.
-
14. Evaluar la viabilidad técnica de la medición de los valores atmosféricos y biológicos recomendados en el listado.
-

¹⁰NOAEL: No Observed Adverse Effect Level.

¹¹LOAEL: Lowest Observed Adverse Effect Level.

Los países de la comisión europea reciben estos listados emitidos por el SCOEL referente a los valores límites de exposición profesional a agentes químicos contaminantes como recomendaciones, al tener autonomía y jurisdicción completa sobre la normativa deciden si adoptar o no dichos valores. Hasta la fecha actual no existe un proyecto de ley en el que se dictamine la necesidad de que todos los países miembros aprueben y unifiquen un solo valor límite de exposición de aquellas sustancias químicas que se encuentren presentes en el listado manifestado por el SCOEL.

3.12. Estados Unidos (USA)

En Estados Unidos las entidades reguladoras que establecen los valores límites de exposición a contaminantes químicos son NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health los cuales denominan a sus LEP como REL - "Recommended Exposure Limits" , OSHA - "Occupational Safety and Health Administration" como PEL - "Permissible Exposure Limits" y la ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists como TLV "Threshold Limit Values", si bien es cierto Estados Unidos cuenta con varias organizaciones que velan por la seguridad y salud de los trabajadores; sin embargo los valores que se toman como referencia son aquellos publicados por la ACGIH ya que estos se basan únicamente en criterios científicos ligados directamente a la protección de la salud de los trabajadores.

Los TLV (Valores Límite Umbral) para agentes químicos expresan concentraciones en aire de diversas sustancias por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos. Se admite que, dada la variabilidad de respuestas individuales, un porcentaje de trabajadores pueda experimentar ligeras molestias ante ciertas sustancias a estas concentraciones, o por debajo de ellas e, incluso en casos raros, puedan verse afectados por agravamiento de dolencias previas o por la aparición de enfermedades profesionales. Debido a los variados efectos que las sustancias químicas pueden provocar

en las personas expuestas, se definen diferentes tipos de valores TLV (Bartual Sánchez & Guardino Solá, 1989).

- TLV-TWA Media ponderada en el tiempo: Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos.
- TLV. TLV-C. Valor techo Concentración que no debería ser sobrepasada en ningún instante. La práctica habitual de la higiene admite para su valoración muestreos de 15 minutos excepto para aquellos casos de sustancias que puedan causar irritación inmediata con exposiciones muy cortas.
- TLV-STEL. Límites de exposición para cortos periodos de tiempo: Concentración a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un corto espacio de tiempo sin sufrir irritación, daño crónico o irreversible en los tejidos o narcosis importante. No es un límite de exposición separado e independiente, sino un complemento de la media ponderada en el tiempo (TWA) (Bartual Sánchez & Guardino Solá, 1989).

4. OBJETIVOS

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar una investigación de los Límites de Exposición Profesional publicados desde el año 2015 al 2019 de 20 sustancias químicas usadas en la industria de la construcción a nivel mundial y compararlos con los publicados por España, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, la Unión Europea y Estados Unidos mediante la búsqueda de normativa legal vigente y regulaciones estatales de tal manera que se pueda establecer un criterio técnico de acuerdo a su convergencia o divergencia a lo largo de los últimos años.

4.1. Objetivos Específicos

- Recabar información sobre los límites de exposición profesional del listado de materiales usados en la industria de la construcción desde el año 2015 al año 2019 de los países que van a ser estudiados (España, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, la Unión Europea y Estados Unidos) en esta investigación.
- Analizar y sintetizar la información obtenida mediante cuadros comparativos.
- Exponer criterios técnicos fundamentados en un análisis estadístico comparativo sobre los límites de exposición profesional de los materiales en los países estudiados.

5. METODOLOGÍA

La metodología implantada en el desarrollo de este trabajo tiene como referencia un criterio de selección enfocado en productos orgánicos¹² e inorgánicos¹³ que son de aplicación común en el sector de la construcción:

Orgánicos	<ul style="list-style-type: none">➤ Acido fórmico➤ Aguarrás➤ Alcohol metílico /metanol➤ Alquitrán de hulla➤ Bisfenol➤ Cloruro de polivinilo➤ Diisocianato de difenilmetano➤ Formaldehido➤ Gasolina➤ Maderas duras / maderas blandas➤ Morfolina➤ Naftaleno➤ Xileno
-----------	---

¹² Orgánicos: son sustancias químicas que contienen carbono, formando enlaces covalentes C-C y/o C-H, y en muchos casos incluyen O, N, S, P, Cl, F, etc. Estos compuestos se denominan moléculas orgánicas. No son compuestos orgánicos los carburos, los carbonatos y los óxidos de carbono.

¹³ Inorgánicos: Son todos los compuestos que no presentan Carbono o sus derivados en su estructura principal. Los enlaces que forman los compuestos inorgánicos suelen ser iónicos o covalentes

Inorgánicos	➤ Amianto
	➤ Cal / Hidróxido de calcio
	➤ Cemento portland
	➤ Fibra de vidrio
	➤ Hidróxido de sodio
	➤ Humos de soldadura
	➤ Sílice cristalina / Cuarzo

Es importante conocer información detallada sobre los compuestos químicos usados en este proyecto de investigación para ello se definirán los siguientes apartados a través de tablas:

- Imagen: fotografía del compuesto químico/producto de construcción que se está describiendo.
- Formula química: es la representación de elementos químicos que conforman un compuesto.
- Número CAS: Chemical Abstracts Service es la identificación numérica que se emite para poder identificar compuestos químicos, polímeros, secuencias, biológicas, preparados y aleaciones. Este es un número de identificación única, es decir valido para un solo compuesto químico.
- Frases H: el Sistema Globalmente Armonizado es un modelo propuesto por las Naciones Unidas que norma a nivel mundial la clasificación y etiquetado de productos químicos y define a las frases H como las indicaciones de peligro de una sustancia química, la cual describe la naturaleza de los peligros de una sustancia o mezcla peligrosa, así como también el grado de peligro.
- Pictogramas: es una imagen que suele incluirse en la etiqueta la cual explica a través de un símbolo de advertencia y colores (diamante rojo con fondo blanco) la información sobre el daño que puede provocar una sustancia o mezcla sobre la salud de la persona expuesta o el medio ambiente.

Peligros físicos



Explosivo



Gas a presión



Inflamable



Comburente



Corrosivo para metales

Peligros para la salud



Mortal/tóxico agudo por ingestión,
contacto con la piel, inhalación.



Corrosivo para la piel / lesiones
oculares graves



Carcinógeno/ mutágeno/
sensibilizante respiratorio/ peligro
por aspiración/ tóxico en órganos
diana



Nocivo por ingestión, contacto con
piel, inhalación /irritante cutáneo,
ocular o respiratorio/ sensibilizante
cutáneo/ narcótico

Peligros para el ambiente



Peligros para el ambiente acuático.
muy tóxico (peligro agudo) / tóxico o muy tóxico
(largo plazo)



Peligros para la capa de ozono
destruyen el ozono en la atmósfera superior

- Uso: cuales son los materiales más comunes en construcción en los que se utilizan estos compuestos químicos.

Identificación compuestos orgánicos usados en el sector de la construcción:



Acido Fórmico

Formula Química: CH₂O₂

No. Cas: 64-18-6

Frases H:

H226: Líquidos y vapores inflamables.

H302: Nocivo en caso de ingestión.

H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

H331: Tóxico en caso de inhalación.

EUH071: Corrosivo para las vías respiratorias.

Pictogramas:



Usos: Removedores de pinturas y lacas.



Aguarrás

Formula Química: 78%AlfaPINENO-16%BetaPINENO-6%delta-3careno

No. Cas: 8006-64-2

Frases H:

H226 Líquido y vapores inflamables

H315 Provoca irritación cutánea.

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

H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

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

Pictogramas:



Usos: Disolventes en pinturas, fabricación de pinturas y barnices.



Alcohol Metílico / Metanol

Formula Química: CH₃OH

No. Cas: 67-56-1

Frases H:

H225: Líquido y vapores muy inflamables.

H301 + H311 + H331: Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.

H370: Provoca daños en los órganos.

Pictogramas:



Usos: Removedores de pinturas, disolvente, lacas y fabricación de pinturas adhesivas.



Alquitrán de Hulla

Formula Química: Hidrocarburos aromáticos, bases nitrogenadas y fenoles. Contiene grandes cantidades de tolueno, xileno y naftaleno.

No. Cas: 65996-93-2

Frases H:

H340 - Puede provocar defectos genéticos.

H350 - Puede provocar cáncer.

H360 - Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.

H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos.

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

Pictogramas:



Usos: Producción alquitrán, pinturas a base de alquitrán de hulla.



Bisfenol

Formula Química: C₁₅H₁₆O₂

No. Cas: 80-05-7

Frases H:

H317 - Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

H318 - Provoca lesiones oculares graves.

H361 - Se sospecha que puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto

Pictogramas:



Usos: Resina epoxi, productos adhesivos.



Cloruro de Polivinilo

Formula Química: (C₂H₃Cl)_n

No. Cas: 75-09-2

Frases H:

H315: Provoca irritación cutánea.

H319: Provoca irritación ocular grave.

H336: Puede provocar somnolencia o vértigo.

H351: Se sospecha que provoca cáncer.

Pictogramas:



Usos: Tuberías y conductos, aislamientos, recubrimientos. Fabricación de PVC.



Diisocianato de Difenilmetano

Formula Química: CH₁₅H₁₀N₂O₂

No. Cas: 101-68-8

Frases H:

H315: Provoca irritación cutánea.

H317: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

H319: Provoca irritación ocular grave.

H332: Nocivo en caso de inhalación.

H334: Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.

H335: Puede irritar las vías respiratorias.

H351: Se sospecha que provoca cáncer.

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

Pictogramas:



Usos: Obtención de espuma de poliuretano usada como aislante.



Formaldehido

Formula Química: CH₂O

No. Cas: 50-00-0

Frases H:

H301+H311+H331 Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves

H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel

H335 Puede irritar las vías respiratorias

H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos

H350 Puede provocar cáncer

H370 Provoca daños en los órganos (ojo)

Pictogramas:



Usos: Resinas, adhesivos.



Gasolina

Formula Química: C₈H₁₈

No. Cas: 86290-81-5

Frases H:

H224: Líquido y vapores extremadamente inflamables.

H315: Provoca irritación cutánea.

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

H361: Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto.

H340: Puede provocar defectos genéticos.

H350: Puede provocar cáncer.

H336: Puede provocar somnolencia o vértigo.

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

Pictogramas:



Usos: Combustible



Maderas Duras / Maderas Blancas

Formula Química: Celulosa, lignina y hemicelulosa.

No. Cas: -

Frases H:

H-350i: Puede provocar cáncer por inhalación.

H-334: Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.

H-335: Puede irritar las vías respiratorias

Pictogramas:



Usos: Según los documentos LEP, las maderas blandas proceden de las gimnospermas y las maderas duras de las angiospermas sin que la densidad y la dureza física de la madera tengan correspondencia con esta clasificación.



Morfolina

Formula Química: C₄H₉NO

No. Cas: 110-91-8

Frases H:

H226: Líquidos y vapores inflamables.

H302 + H332: Nocivo en caso de ingestión o inhalación.

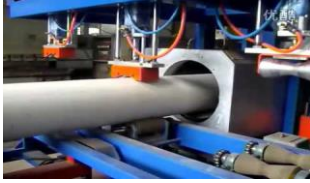
H311: Tóxico en contacto con la piel.

H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Pictogramas:



Usos: Desencofrantes. Disolventes.



Naftaleno

Formula Química: C₁₀H₈

No. Cas: 91-20-3

Frases H:

H228: Sólido inflamable.

H302: Nocivo en caso de ingestión.

H351: Se sospecha que provoca cáncer.

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

Pictogramas:



Usos: Manufactura del PVC, aditivos.



Xileno

Formula Química: C₈H₁₀

No. Cas: 1330-20-7

Frases H:

H226: Líquidos y vapores inflamables.

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

H312 + H332: Nocivo en contacto con la piel o si se inhala.

H315: Provoca irritación cutánea.

H319: Provoca irritación ocular grave.

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

Pictogramas:



Usos: Disolventes, resinas a base de poliuretano, barnices.

Identificación compuestos inorgánicos usados en el sector de la construcción:



Amianto

Formula Química: $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

No. Cas: 132207-33-1

Frases H:

H-350: Puede provocar cáncer.

H-372: Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetida.

Pictogramas:



Usos: Aplicaciones variadas en construcción: aislantes, en fibras sueltas y puras, mezclas, prefabricados, fibrocemento, etc.



Cal / Hidróxido de Calcio

Formula Química: $Ca(OH)_2$

No. Cas: 1305-62-0

Frases H:

H-315: Provoca irritación cutánea.

H-318: Provoca lesiones oculares graves.

H-335: Puede irritar las vías respiratorias.

Pictogramas:



Usos: Acabados y revestimientos. Pinturas.



Cemento Portland

Formula Química: Ca_2SiO_2 , Ca_3SiO_5 , $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$,
 $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$

No. Cas: 65997-15-1

Frases H:

H-315: Provoca irritación cutánea.

H-318: Provoca lesiones oculares graves.

H-317: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

H-335: Puede irritar las vías respiratorias.

Pictogramas:



Usos: Fabricación de morteros y de hormigones.



Fibra de Vidrio

Formula Química: $(\text{SiO}_2)_n$

No. Cas: -

Frases H:

H-226: Líquidos y vapores inflamables.

H-372: Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o

repetidas. Vía de exposición: inhalación.

H-319: Provoca irritación ocular grave.

H-315: Provoca irritación cutánea.

H-335: Puede irritar vías respiratorias.

Pictogramas:



Usos: Aislamientos interiores y exteriores, refuerzo de morteros, complemento par armado de impermeabilizaciones.



Hidróxido de Sodio

Formula Química: NaOH

No. Cas: 1310-73-2

Frases H:

H-314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Pictogramas:



Usos: Presente en aditivo de morteros y hormigones, aceleradores de fraguado.

Desengrasantes.



Humos de Soldadura

Formula Química: Metales y óxidos metálicos

No. Cas: -

Frases H:

H-350: Puede provocar cáncer

Pictogramas:



Usos: Inhalación de los humos producidos por la soldadura.



Sílice Cristalina / Cuarzo

Formula Química: SiO₂

No. Cas: 14808-60-7

Frases H:

H-372: Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

Pictogramas:



Usos: Molido sirve en el abrasado de cortado de arena, chorros de arena. Corte y pulido de rocas y piedra artificial. Granallado de elementos metálicos.

Esta información fue obtenida de las fichas de seguridad de la página web de MERCK “
<https://www.merckmillipore.com/INTL/en/support/safety/safety-data-sheets/lvmb.qB.TzsAAAFcXd4Xr74u.nav?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>”

Una vez seleccionados los compuestos químicos, procedemos a buscar la información de los valores límites de exposición profesional:

- España: INSST <https://www.insst.es/valores-limites-de-exposicion>
- Alemania: IFA <https://limitvalue.ifa.dguv.de/>
- Francia: ANSES <https://www.anses.fr/en/content/occupational-exposure-limits-chemical-agents>

- Italia: <https://www.aidii.it/pubblicazioni/>
- Reino Unido: HSE <https://www.hse.gov.uk/coshh/basics/exposurelimits.htm>
- Unión Europea: <https://www.mutuauniversal.net/es/actualidad/noticias/noticia/La-Comision-Europea-publica-la-quinta-lista-de-valores-limites-indicativos-para-exposicion-profesional-a-sustancias-quimicas/>
- Estados Unidos: <https://www.acgih.org/tlv-bei-guidelines/documentation-publications-and-data>

Analizamos los VLA – ED desde el año 2015 al año 2019, a través de tablas informativas sintetizamos el contenido lo cual permitirá redactar las conclusiones de la investigación.

6. ESTUDIO DE LOS VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL

6.1. Límites de Exposición Profesional 2015 – 2019

Las tablas que se muestran a continuación representan la investigación desarrollada sobre los valores límites de exposición profesional emitidos por los países de España, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido y la Unión Europea durante los años 2015 al 2019.

Tabla 4. LEP 2015 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Acido fórmico	64-18-6	9	9,5	9	9	9,6	9	9
Aguarrás	8006-64-2	113	-	560	-	566	-	560
Alcohol metílico	67-56-1	266	270	260	260	260	260	260
Alquitrán de hulla	65996-93-2	0,2	-	0,2	-	10 (1) 4 (2)	-	-
Bisfenol	80-05-7	10	5	10	10	-	2	-
Cloruro de polivinilo	75-09-2	177	180	178	-	350	353	-

Diisocianato de difenilmetano	101-68-8	0,052	0,05	0,1	-	-	-	0,05
Formaldehido	50-00-0	0,37	0,37	0,62	-	2,5	-	-
Gasolina	86290-81-5	1140,38 ¹⁴	-	-	-	-	-	-
Maderas duras / maderas blandas	-	5	5	-	5	5	5	-
Morfolina	110-91-8	36	36	36	36	36	36	70
Naftaleno	91-20-3	53	0,5	50	50	53	50	50
Xileno	1330-20-7	221	440	221	221	220	221	435

Nota: (1) aerosol inhalable¹⁵, (2) aerosol respirable.¹⁶

¹⁴ El VLA-ED de la gasolina está en ppm, se realiza su conversión mediante la aplicación de la “Fórmula 1. Conversión ppm a mg/m³”

$$VLA \text{ en } \frac{mg}{m^3} = \frac{(VLA \text{ en ppm})(\text{peso molecular del agente químico en gramos})}{24,04}$$

El peso molecular de la gasolina puede variar desde 92 a 95 por lo tanto se toma un intervalo con un valor de 93,5.

$$VLA \text{ en } mg/m^3 = \frac{(300)(93,5)}{24,04} \quad VLA = 1140,38 \text{ mg}/m^3$$

¹⁵ Inhalable: fracción másica del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca.

¹⁶ Respirable: fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas.

Tabla 5. LEP 2015 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Amianto	132207-33-1	0,1 fibras/cm ³	0,1	0,1	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1	0,1
			fibras/cm ³	fibras/cm ³				
Cal / Hidróxido de calcio	1305-62-0	5	1	5	-	5	1	5
Cemento portland	65997-15-1	4	5	-	-	10 (1) 4 (2)	-	5 (3)
Fibra de vidrio	-	1 fibra/cm ³	-	1 fibra/cm ³	-	-	-	-
Hidróxido de sodio	1310-73-2	2	2	2	-	2	-	2
Humos de soldadura	-	5	0,02	5	-	5	-	-
Sílice cristalina /cuarzo	14808-60-7	0,1	-	0,1	-	-	-	0,05

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable, (3) fracción respirable.

Tabla 6. LEP 2016 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Acido fórmico	64-18-6	9	9,5	9	9	9,6	9	9
Aguarrás	8006-64-2	113	-	560	-	566	-	560
Alcohol metílico	67-56-1	266	270	260	260	260	260	260
Alquitrán de hulla	65996-93-2	0,2	-	0,2	-	10 (1) 4 (2)	-	-
Bisfenol	80-05-7	10	5	10	10	-	2	-
Cloruro de polivinilo	75-09-2	177	180	178	-	350	353	-
Diisocianato de difenilmetano	101-68-8	0,052	0,05	0,1	-	-	-	0,05
Formaldehido	50-00-0	0,37	0,37	0,62	-	2,5	-	-
Gasolina	86290-81-5	-	-	-	-	-	-	-
Maderas duras / maderas blandas	-	5	5	-	5	5	5	-
Morfolina	110-91-8	36	36	36	36	36	36	70

Naftaleno	91-20-3	53	0,5	50	50	53	50	50
Xileno	1330-20-7	221	440	221	221	220	221	435

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable.

Tabla 7. LEP 2016 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Amianto	132207-33-1	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
Cal / Hidróxido de calcio	1305-62-0	5	1	5	-	5	1	5
Cemento portland	65997-15-1	4	5	-	-	10 (1) 4 (2)	-	5 (3)
Fibra de vidrio	-	1 fibra /cm ³	-	1 fibra /cm ³	-	-	-	-
Hidróxido de sodio	1310-73-2	2	2	2	-	2	-	2

Humos de soldadura	-	5	0,02	5	-	5	-	-
Sílice cristalina /cuarzo	14808-60-7	0,1	-	0,1 (2)	-	-	-	0,05

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable, (3) fracción respirable.

Tabla 8. LEP 2017 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Acido fórmico	64-18-6	9	9,5	9	9	9,6	9	9
Aguarrás	8006-64-2	113	-	560	-	566	-	560
Alcohol metílico	67-56-1	266	270	260	260	260	260	260
Alquitrán de hulla	65996-93-2	0,2	-	0,2	-	10 (1) 4 (2)	-	-
Bisfenol	80-05-7	10	5	10	10	-	2	-
Cloruro de polivinilo	75-09-2	177	180	178	-	350	353	-
Diisocianato de difenilmetano	101-68-8	0,052	0,05	0,1	-	-	-	0,05

Formaldehido	50-00-0	0,37	0,37	0,62	-	2,5	-	-
Gasolina	86290-81-5	-	-	-	-	-	-	-
Maderas duras / maderas blandas	-	5	5	-	5	5	3	-
Morfolina	110-91-8	36	36	36	36	36	36	70
Naftaleno	91-20-3	53	0,5	50	50	53	50	50
Xileno	1330-20-7	221	440	221	221	220	221	435

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable.

Tabla 9. LEP 2017 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Amianto	132207-33-1	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
Cal / Hidróxido de calcio	1305-62-0	5	1	5	-	5	1	5

Cemento portland	65997-15-1	4	5	-	-	10 (1) 4 (2)	-	5 (3)
Fibra de vidrio	-	1 fibra/cm ³	-	1 fibra/cm ³	-	-	-	-
Hidróxido de sodio	1310-73-2	2	2	2	-	2	-	2
Humos de soldadura	-	5	0,02	5	-	5	-	-
Sílice cristalina /cuarzo	14808-60-7	0,1		0,1 (2)	-	-	-	0,05

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable, (3) fracción respirable

Tabla 10. LEP 2018 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Acido fórmico	64-18-6	9	9,5	9	9	9,6	9	9
Aguarrás	8006-64-2	113	-	560	-	566	-	560
Alcohol metílico	67-56-1	266	270	260	260	266	260	260
Alquitrán de hulla	65996-93-2	0,2	-	0,2	-	10 (1) 4 (2)	-	-

Bisfenol	80-05-7	10	5	2	10	2	2	-
Cloruro de polivinilo	75-09-2	177	180	178	-	353	353	-
Diisocianato de difenilmetano	101-68-8	0,052	0,05	0,1	-	-	-	0,05
Formaldehido	50-00-0	0,37	0,37	0,62	-	2,5	-	-
Gasolina	86290-81-5	-	-	-	-	-	-	-
Maderas duras / maderas blandas	-	5	5	-	5	5	2	-
Morfolina	110-91-8	36	36	36	36	36	36	70
Naftaleno	91-20-3	53	2	50	50	53	-	50
Xileno	1330-20-7	221	440	221	221	220	221	435

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable.

Tabla 11. LEP 2018 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³

Amianto	132207-33-1	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
Cal / Hidróxido de calcio	1305-62-0	5	1	1	-	5	1	5
Cemento portland	65997-15-1	4	-	-	-	10 (1) 4 (2)	-	5 (3)
Fibra de vidrio	-	1 fibra/cm ³	-	1 fibra/cm ³	-	-	-	-
Hidróxido de sodio	1310-73-2	2	-	2	-	2	-	2
Humos de soldadura	-	5	-	5	-	5	-	-
Sílice cristalina /cuarzo	14808-60-7	0,01	-	0,01 (2)	-	-	-	0,05

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable, (3) fracción respirable.

Tabla 12. LEP 2019 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Acido fórmico	64-18-6	9	9,5	9	9	9,6	9	9

Aguarrás	8006-64-2	113	-	560	-	566	-	560
Alcohol metílico	67-56-1	266	130	260	260	266	260	260
Alquitrán de hulla	65996-93-2	0,2	-	0,2	-	10 (1) 4 (2)	-	-
Bisfenol	80-05-7	2	5	-	10	10	2	-
Cloruro de polivinilo	75-09-2	177	180	178	-	353	353	-
Diisocianato de difenilmetano	101-68-8	0,052	0,05	0,1	-	-	-	0,05
Formaldehido	50-00-0	0,37	0,37	-	-	2,5	-	-
Gasolina	86290-81-5	-	-	-	-	-	-	-
Maderas duras / maderas blandas	-	5	5	-	5	3	2	-
Morfolina	110-91-8	36	36	36	36	36	36	70
Naftaleno	91-20-3	53	2	50	50	53	-	50
Xileno	1330-20-7	221	440	221	221	220	221	435

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable.

Tabla 13. LEP 2019 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Número CAS	ESP	DEU	FRA	ITA	GBR	UE	USA
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Amianto	132207-33-1	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³ 0,01 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
Cal / Hidróxido de calcio	1305-62-0	1	1	1	-	5	1	5
Cemento portland	65997-15-1	4	-	-	-	10 (1) 4 (2)	-	5 (3)
Fibra de vidrio	-	1 fibra/cm ³	-	1 fibra/cm ³	-	-	-	-
Hidróxido de sodio	1310-73-2	2	-	2	-	2	-	2
Humos de soldadura	-	5	-	5	-	5	-	-
Sílice cristalina /cuarzo	14808-60-7	0,05	-	0,01(2)	-	-	-	0,05

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable.

6.2. Análisis comparativo de los límites de exposición profesional

En este apartado se realiza una recopilación de los valores límites de exposición profesional del listado de investigación de los agentes químicos orgánicos e inorgánicos usados en el sector de la construcción, de tal forma que se pueda identificar si se mantiene igualdad o existe divergencia durante el transcurso de los años 2015 al 2019 en los países europeos estudiados.

Primero se detallan los VLA-ED de los agentes químicos orgánicos:

Tabla 14. Análisis comparativo Ácido fórmico en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Acido fórmico	Número CAS		64-18-6	
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	9	9	9	9	9
DEU	mg/m³	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
FRA	mg/m³	9	9	9	9	9
ITA	mg/m³	9	9	9	9	9
GBR	mg/m³	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
UE	mg/m³	9	9	9	9	9
USA	mg/m³	9	9	9	9	9

Los VLA-ED del ácido fórmico no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en ninguno de los países, se mantienen los valores.

Tabla 15. Análisis comparativo Aguarrás Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Aguarrás					Número CAS	8006-64-2
		2015	2016	2017	2018	2019		
ESP	mg/m ³	113	113	113	113	113		
DEU	mg/m ³	-	-	-	-	-		
FRA	mg/m ³	560	560	560	560	560		
ITA	mg/m ³	-	-	-	-	-		
GBR	mg/m ³	566	566	566	566	566		
UE	mg/m ³	-	-	-	-	-		
USA	mg/m ³	560	560	560	560	560		

Los VLA-ED del aguarrás no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en los países de España, Francia, Reino Unido y Estados Unidos se mantienen los valores, mientras que, en Alemania, Italia y la Unión Europea no existe un VLA-ED estipulado para este agente químico.

Tabla 16. Análisis comparativo Alcohol Metílico / Metanol en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Alcohol Metílico / Metanol					Número CAS	67-56-1
		2015	2016	2017	2018	2019		
ESP	mg/m ³	266	266	266	266	266		
DEU	mg/m ³	270	270	270	270	130		
FRA	mg/m ³	260	260	260	260	260		

ITA	mg/m³	260	260	260	260	260
GBR	mg/m³	260	260	260	266	266
UE	mg/m³	260	260	260	260	260
USA	mg/m³	260	260	260	260	260

Los VLA-ED del alcohol metílico no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en todos los países investigados se mantienen sus valores en un rango de 260 mg/m³ a 266 mg/m³, a excepción de Alemania que comienza con un VLA-ED de 270 mg/m³ sin embargo para el año 2019 lo modifica a 130 mg/m³.

Tabla 17. Análisis comparativo Alquitrán de hulla en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Alquitrán de Hulla	Número CAS				
		65996-93-2	2015	2016	2017	2018
ESP	mg/m³	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
DEU	mg/m³	-	-	-	-	-
FRA	mg/m³	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-
GBR	mg/m³	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)
UE	mg/m³	-	-	-	-	-
USA	mg/m³	-	-	-	-	-

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable.

Los VLA-ED del alquitrán de hulla no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en los países de España, Francia y Reino Unido

se mantienen los valores, mientras que, en Alemania, Italia, la Unión Europea y Estados Unidos no define un VLA-ED estipulado para este agente químico.

Tabla 18. Análisis comparativo Bisfenol en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Bisfenol		Número CAS		80-05-7
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	10	10	10	10	2
DEU	mg/m³	5	5	5	5	5
FRA	mg/m³	10	10	10	2	-
ITA	mg/m³	10	10	10	10	10
GBR	mg/m³	-	-	-	2	10
UE	mg/m³	2	2	2	2	2
USA	mg/m³	-	-	-	-	-

Los VLA-ED del bisfenol en los países de Alemania, Italia durante los años 2015 al 2019 mantienen los valores estipulados inicialmente, así también como la Unión Europea, mientras que España y Francia modifican sus valores en el año 2019 manteniendo un VLA-ED de 2 mg/m³. En el Reino Unido en el 2018 proponen el primer dato para este agente químico que es de 2 mg/m³, sin embargo, para el año 2019 adoptan el valor de 10 mg/m³. Estados Unidos no especifica un VLA-ED para este agente químico.

Tabla 19. Análisis comparativo Cloruro de polivinilo en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Cloruro de Polivinilo	Número CAS	75-09-2
----------------	-----------------------	------------	---------

		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	177	177	177	177	177
DEU	mg/m³	180	180	180	180	180
FRA	mg/m³	178	178	178	178	178
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-
GBR	mg/m³	350	350	350	353	353
UE	mg/m³	353	353	353	353	353
USA	mg/m³	-	-	-	-	-

Los VLA-ED del cloruro de polivinilo desde el primer dato estudiado tomado en el año 2015 hasta el último en el año 2019 en los países de España, Alemania, Francia y la Unión Europea se mantienen los valores. El Reino Unido también estipula sus valores y los mantiene hasta el año 2018 en los que propone una variación mínima con un aumento de 3 mg/m³. En Italia y Estados Unidos no existe un VLA-ED asignado para este agente químico.

Tabla 20. Análisis comparativo Diisocianato de difenilmetano en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Diisocianato de difenilmetano	Número CAS	101-68-8				
			2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³		0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
DEU	mg/m³		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
FRA	mg/m³		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
ITA	mg/m³		-	-	-	-	-

GBR	mg/m³	-	-	-	-	-
UE	mg/m³	-	-	-	-	-
USA	mg/m³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Los VLA-ED del diisocianato de difenilmetano no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en los países de España, Alemania y Francia manteniendo los valores, mientras que, en Italia, Reino Unido y la Unión Europea no existe un VLA-ED estipulado para este agente químico.

Tabla 21. Análisis comparativo Formaldehido en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Formaldehido		Número CAS		50-00-0
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
DEU	mg/m³	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
FRA	mg/m³	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-
GBR	mg/m³	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
UE	mg/m³	-	-	-	-	-
USA	mg/m³	-	-	-	-	-

Los VLA-ED del formaldehido no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en los países de España, Alemania, Francia y

Reino Unido se mantienen los valores, mientras que, en Italia, la Unión Europea y Estados Unidos no han definido un VLA-ED para este agente químico.

Tabla 22. Análisis comparativo gasolina en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Gasolina		Número CAS		86290-81-5
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	ppm	300	300	300	300	300
DEU	ppm	-	-	-	-	-
FRA	ppm	-	-	-	-	-
ITA	ppm	-	-	-	-	-
GBR	ppm	-	-	-	-	-
UE	ppm	-	-	-	-	-
USA	ppm	-	-	-	-	-

El VLA-ED de la gasolina por su estado gaseoso se representa en ppm, desde el primer dato tomado en el año 2015 hasta el último en el 2019 sus valores no han sufrido modificaciones, España es el único país que presenta datos sobre este agente químico. Realizando la conversión a mg/ m³ su valor es de 1140,38 mg/m³

Tabla 23. Análisis comparativo Maderas duras / Maderas Blandas en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Maderas duras / Maderas Blandas		Número CAS		-
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	5	5	5	5	5

DEU	mg/m³	5	5	5	5	5
FRA	mg/m³	-	-	-	-	-
ITA	mg/m³	5	5	5	5	5
GBR	mg/m³	5	5	5	3	5
UE	mg/m³	5	5	3	2	2
USA	mg/m³	-	-	-	-	-

Los VLA-ED de las maderas duras / maderas blandas no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en los países de España, Alemania e Italia, se mantienen los valores de 5 mg/m³. Si bien es cierto en el año 2018 el Reino Unido propone un cambio de 3 mg/m³ sin embargo para el año 2019 vuelve adoptar el valor de 5 mg/m³. En la Unión Europea es donde se produce la mayor variación a través de los años, su última publicación establece un VLA-ED de 2 mg/m³ para este agente químico. Francia y Estados Unidos no definen un VLA-ED en los últimos 5 años.

Tabla 24. Análisis comparativo Morfolina en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Morfolina		Número CAS		110-91-8
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	36	36	36	36	36
DEU	mg/m³	36	36	36	36	36
FRA	mg/m³	36	36	36	36	36
ITA	mg/m³	36	36	36	36	36
GBR	mg/m³	36	36	36	36	36
UE	mg/m³	36	36	36	36	36

USA **mg/m³** 70 70 70 70 70

Los VLA-ED de la morfolina no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en ninguno de los países, se mantiene los mismos valores en todos los países 36 mg/m³ a excepción de Estados Unidos que tiene un VLA-ED de 70 mg/m³.

Tabla 25. Análisis comparativo Naftaleno en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Naftaleno		Número CAS		91-20-3
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	53	53	53	53	53
DEU	mg/m³	0,5	0,5	0,5	2	2
FRA	mg/m³	50	50	50	50	50
ITA	mg/m³	50	50	50	50	50
GBR	mg/m³	53	53	53	53	53
UE	mg/m³	50	50	50	-	-
USA	mg/m³	50	50	50	50	50

Los VLA-ED del naftaleno no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en España, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido y Estados Unidos mientras que la Unión Europea para el año 2018 modifica su listado de agentes químicos y decide eliminar el VLA-ED debido a que su exposición es altamente riesgosa.

Tabla 26. Análisis comparativo Xileno en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Xileno		Número CAS		1330-20-7
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	221	221	221	221	221
DEU	mg/m³	440	440	440	440	440
FRA	mg/m³	221	221	221	221	221
ITA	mg/m³	221	221	221	221	221
GBR	mg/m³	220	220	220	220	220
UE	mg/m³	221	221	221	221	221
USA	mg/m³	435	435	435	435	435

Los VLA-ED del xileno no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en ninguno de los países, se mantienen los valores.

Con respecto a los agentes químicos inorgánicos a continuación se detallan los valores obtenidos con el desarrollo de la investigación.

Tabla 27. Análisis comparativo Amianto en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Amianto		Número CAS		1305-62-0
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
DEU	mg/m³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³

		0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³
FRA	mg/m³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³	0,01 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
ITA	mg/m³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
GBR	mg/m³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
UE	mg/m³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
USA	mg/m³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³
		0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³	0,1 fibras/cm ³

Los VLA-ED del amianto no han sufrido modificaciones desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019 en ninguno de los países, se mantienen los valores.

Tabla 28. Análisis comparativo Cal / Hidróxido de Calcio en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Cal / Hidróxido de Calcio		Número CAS		132207-33-1	
		2015	2016	2017	2018	2019	
ESP	mg/m³	5	5	5	5	1 (1)	
DEU	mg/m³	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	
FRA	mg/m³	5	5	5	1	1	
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-	
GBR	mg/m³	5	5	5	5 (1)	5 (1)	
UE	mg/m³	5	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	
USA	mg/m³	5	5	5	5	5	

Nota: (1) fracción respirable

Los VLA-ED del hidróxido de calcio en Alemania establece el valor de 1 mg/m³ desde el primer dato tomado en esta investigación en el año 2015 hasta el último en el 2019, al igual que la Unión Europea, aunque este haya comenzado con el valor de 5 mg/m³. En España y Francia su VLA-ED habría sido más permisible comenzando con un 5 mg/m³ sin embargo para el año 2019 en ambos países se estipulo el valor de 1 mg/m³. Reino Unido y Estados Unidos adoptan el VLA-ED de 5 mg/m³ y lo mantienen. En Italia no se presentan VLA-ED para este agente químico.

Tabla 29. Análisis comparativo Cemento portland en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Cemento portland		Número CAS		65997-15-1	
		2015	2016	2017	2018	2019	
ESP	mg/m³	4	4	4	4	4	
DEU	mg/m³	5	5	-	-	-	
FRA	mg/m³	-	-	-	-	-	
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-	
GBR	mg/m³	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)	10 (1) 4 (2)	
UE	mg/m³	-	-	-	-	-	
USA	mg/m³	5 (3)	5 (3)	5 (3)	5 (3)	5 (3)	

Nota: (1) aerosol inhalable, (2) aerosol respirable, (3) fracción respirable.

Los VLA-ED del cemento portland en España se mantiene el valor establecido del primer dato tomado en esta investigación en el año 2015 hasta el último en el 2019 que es de 4 mg/m³, en Alemania durante los años 2015 y 2016 se estipula un valor de 5 mg/m³, en el Reino Unido también mantiene sus valores haciendo énfasis en que las partículas

expuestas serán 10 para aerosol inhíble y 4 para aerosol respirable. Estados Unidos mantiene que su VLA-ED es de 5 mg/m³ fracción respirable. Francia, Italia y la Unión Europea no establecen VLA-ED para este agente químico.

Tabla 30. Análisis comparativo Fibra de vidrio en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico		Fibra de Vidrio		Número CAS			-
		2015	2016	2017	2018	2019	
ESP	mg/m³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	
DEU	mg/m³	-	-	-	-	-	
FRA	mg/m³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	1 fibra/cm ³	
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-	
GBR	mg/m³	-	-	-	-	-	
UE	mg/m³	-	-	-	-	-	
USA	mg/m³	-	-	-	-	-	

Los VLA-ED de las fibras de vidrio solo están identificados en España y Francia, países en los que se mantienen los valores estipulados desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019, no se asigna VLA-ED en Alemania, Italia, Reino Unido y la Unión Europea, y Estados Unidos para este agente químico.

Tabla 31. Análisis comparativo Hidróxido de sodio en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Hidróxido de sodio	Número CAS	1310-73-2

		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	2	2	2	2	2
DEU	mg/m³	2	2	2	-	-
FRA	mg/m³	2	2	2	2	2
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-
GBR	mg/m³	2	2	2	2	2
UE	mg/m³	-	-	-	-	-
USA	mg/m³	2	2	2	2	2

Los VLA-ED del hidróxido de sodio están estipulados en España, Francia, Reino Unido países en los que se mantienen los valores estipulados desde el primer dato tomado en el 2015 hasta el último en el 2019, si bien es cierto Alemania desde el año 2015 hasta el 2017 identifica como VLA- ED para este agente químico 2 mg/m³ para el 2018 lo elimina de su listado de agentes químicos peligrosos. La Unión Europea e Italia no tienen valores o estudios sobre esta sustancia.

Tabla 32. Análisis comparativo Humos de soldadura en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Humos de Soldadura	Número CAS				
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	5	5	5	5	5
DEU	mg/m³	0,02	0,02	0,02	-	-
FRA	mg/m³	5	5	5	5	5
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-

GBR	mg/m³	5	5	5	5	5
UE	mg/m³	-	-	-	-	-
USA	mg/m³	-	-	-	-	-

Los VLA-ED de los humos de soldadura están estipulados en España, Francia, Reino Unido países en los que se mantienen dichos valores desde el primer dato tomado en esta investigación desde el 2015 hasta el último en el 2019, si bien es cierto Alemania desde el año 2015 hasta el 2017 identifica como VLA- ED para este agente químico 0,02 mg/m³ para el 2018 lo elimina de su listado de agentes químicos peligrosos. Italia, La Unión Europea y Estados Unidos no tienen VLA-ED adoptados sobre esta sustancia

Tabla 33. Análisis comparativo Sílice Cristalina / Cuarzo en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia

Agente Químico	Sílice Cristalina / Cuarzo	Número CAS		14808-60-7		
		2015	2016	2017	2018	2019
ESP	mg/m³	0,1	0,1	0,1	0,01	0,05
DEU	mg/m³	-	-	-	-	-
FRA	mg/m³	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01
ITA	mg/m³	-	-	-	-	-
GBR	mg/m³	-	-	-	-	-
UE	mg/m³	-	-	-	-	-
USA	mg/m³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Los VLA-ED de la sílice cristalina / cuarzo están identificados en tres países. Francia tenía asignado el valor de 0,1 mg/m³ sin embargo tiene una variación circunstancial en el año 2018 y lo modifica a 0,01, mientras que en España desde el año 2015 al año 2018 se mantuvo el valor de 0,01 mg/m³, no es hasta el año 2019 en donde mediante una serie de estudios deciden aumentar su VLA-ED a 0,05 mg/m³, mismo valor que mantiene Estados Unidos desde el análisis del primer dato en el 2015 hasta el año 2019. En Alemania, Italia, Reino Unido y la Unión Europea no existe un valor estipulado para este agente químico.

6.3. Análisis comparativo global de VLA – ED

A continuación, a través de una tabla se detalla cuáles son los países que cuentan con un VLA – ED para los 20 compuestos químicos que se han plasmado en esta investigación.

Tabla 34. Análisis comparativo global de los compuestos investigados

Fuente: Elaboración propia

	Número de sustancias con VLA - ED de las 20 estudiadas	Número de sustancias que han disminuido su valor VLA – ED de las 20 estudiadas	Número de sustancias que han aumentado su valor VLA – ED de las 20 estudiadas
ESP	20	3	0
GBR	17	1	2
FRA	16	2	0
DEU	15	1	1
USA	12	0	0
UE	9	2	0
ITA	8	0	0

Organizando los datos obtenidos en esta investigación de mayor a menor se puede definir que de los 20 compuestos más comunes usados en la construcción, el país que cuenta con más información acerca de los VLA – ED es España, ya que propone valores límite de exposición profesional diaria para los 20 compuestos, a este país le sigue Gran Bretaña con un total de 17 compuestos, Francia con 16 compuestos y Alemania con 15 compuestos; aquellos que tienen menor información sobre los compuestos mencionados son Estados Unidos con un total de 12 compuestos, la Unión Europea con 9 e Italia tan solo con una cantidad de 8 compuestos. Entre los países que han disminuido el VLA-ED de sus sustancias se encuentra España con la cantidad de 3 (bisfenol, hidróxido de calcio y cuarzo), con 2 sustancias Francia (calcio y cuarzo) y la Unión Europea (hidróxido de calcio y maderas duras / maderas blandas), Gran Bretaña (hidróxido de calcio) y Alemania con 1; en cuanto al aumento de los VLA – ED esta Gran Bretaña con 2 sustancias y Alemania con 1 (alcohol metílico). Italia y Estados Unidos no modifican sus VLA-ED desde el año 2015 hasta el año 2019.

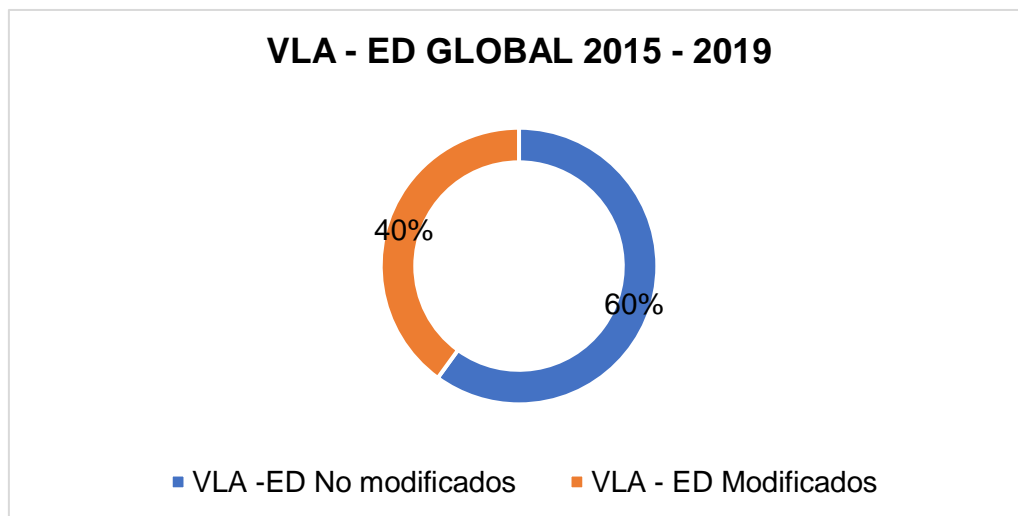
7. CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo era poder determinar un criterio acerca de la evolución de los Límites de Exposición Profesional publicados desde el año 2015 al año 2019 de los países de España, Francia, Italia, Reino Unido, la Unión Europea y Estados Unidos de un listado de 20 sustancias químicas comunes usadas en el sector de la construcción, una vez analizada la información recabada podemos concluir:

- A nivel general de las 20 sustancias tomadas en esta investigación 8 han sufrido modificaciones desde el año 2015 al año 2019, es decir el 40% de la muestra tomada. De acuerdo con el análisis de los datos este cambio se produce porque existen estudios e investigación que requieren que exista modificación en los valores límites

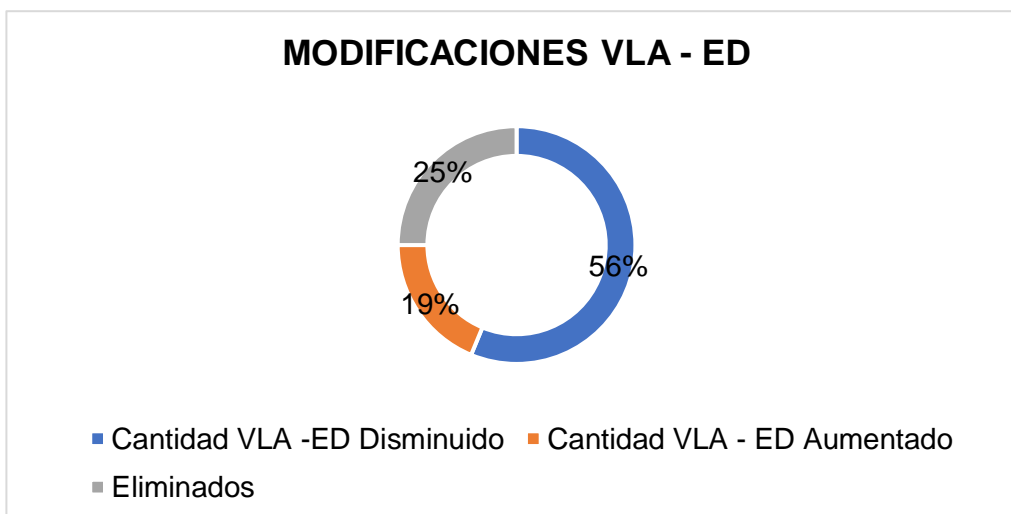
de exposición profesional diaria expuestos; mientras que el 60% mantuvo sus valores, esto se debe a que las investigaciones realizadas por los científicos especializados consideran que no se ha presentado una situación que demande la necesidad de realizar un cambio en los VLA-ED.

Ilustración 1. VLA-ED Global 2015 -2019 Fuente: Elaboración propia



- De acuerdo con los datos reflejados en esta investigación 16 sustancias fueron sometidas a modificaciones desde el año 2015 al año 2019, de las cuales el 56,25%, es decir 9 disminuyeron su VLA – ED esto se debe a que los nuevos estudios realizados indican que el NOAEL (Nivel sin efecto adverso observable) es más bajo, el 18,75% de las sustancias modificadas es decir 3 aumentaron su VLA- ED; mientras que el 25%, 4 sustancias propusieron un VLA-ED y más adelante eliminaron dicha restricción.

Ilustración 2. Modificaciones VLA-ED Fuente: Elaboración propia



- España propone VLA-ED de las 20 sustancias investigadas en este proyecto, 3 de ellas sufren modificaciones bajando sus valores; bisfenol baja de 10 a 2, hidróxido de calcio 5 a 1 fracción respirable y el cuarzo de 0,1 a 0,05.
- Alemania inicialmente propone un VLA-ED para el cemento Portland, el hidróxido de calcio y los humos de soldadura sin embargo estos son eliminados y hasta el año 2019 se mantienen sin esta restricción. Modifica sus valores en baja del alcohol metílico de 270 a 130 y en alza del naftaleno de 0,5 a 2. No existen valores determinados para el aguarrás, alquitrán de hulla, fibra de vidrio y cuarzo.
- Francia mantiene los VLA-ED para 14 sustancias. En el año 2018 se modifican los valores en baja del hidróxido de calcio de 5 a 1, y del cuarzo de 0,1 a 0,01; mientras que el VLA-ED del bisfenol es anulado en el año 2019. No existen valores límites de exposición determinados para la gasolina, maderas duras / maderas blandas y el cemento portland.
- Italia no propone VLA- ED para 12 sustancias: metanol, alquitrán de hulla, cloruro de polivinilo, diisocianato de difenilmetano, formaldehido, gasolina, maderas duras / maderas blandas, hidróxido de calcio, cemento portland, fibra de vidrio, hidróxido de

sodio, humos de soldadura y cuarzo; sin embargo, de las 8 sustancias estudiadas se mantienen los valores desde el primer dato tomado.

- Estados Unidos no propone VLA- ED para 8 sustancias: alquitrán de hulla, bisfenol, cloruro de polivinilo, formaldehido, gasolina, maderas duras/ maderas blandas, fibra de vidrio y humos de soldadura; sin embargo, de las 12 sustancias estudiadas mantienen los valores desde el primer dato tomado.
- Gran Bretaña mantiene los VLA-ED de 12 sustancias, 4 son modificadas: se alza el valor del metanol de 260 a 266, bisfenol de 2 a 10, maderas duras/ maderas blandas tenía un valor de 5 en el 2018 cambio a 3 sin embargo el 2019 reajustan al valor inicial de 5, el hidróxido de calcio tenía un valor 5 y se mantiene el valor con la diferencia de que se determina que es una fracción respirable. No se propone valores límites de exposición para el diisocianato de difenilmetano, gasolina, fibra de vidrio, cuarzo.
- La Unión Europea desde el primer dato tomado en el año 2015 propone VLA-ED para 10 sustancias químicas de las cuales en año 2018 elimina la restricción propuesta para el naftaleno y modifica en baja los valores de las maderas duras/ maderas blandas de 5 a 2 y el hidróxido de calcio de 5 a 1 fracción respirable.
- Realizando un análisis de la investigación definimos que las 4 sustancias con mayor restricción por su VLA-ED son el diisocianato de difenilmetano, formaldehido, cuarzo y el amianto.
- La gasolina, al ser un combustible es uno de los componentes más comunes usados en el sector de la construcción sin embargo en la investigación se destaca que ninguno de los países más que España propone un VLA-ED para esta sustancia química.

Si bien es cierto este proyecto ha ayudado a entender la convergencia o divergencia que tienen los países para poder emitir un valor límite de exposición profesional; existe un contrasentido de los datos obtenidos de VLA- ED por los países estudiados, el análisis toxicológico de las sustancias químicas son expuestos al público y de libre circulación por lo

tanto existe una línea predispuesta en la que se podrían basar para emitir un valor unificado. El caso es importante y perturbador ya que incluso los países pertenecientes a la Unión Europea no han establecido un criterio común en la cual este regulado por una misma normativa armonizada. Cabe recalcar que al no contar con un proyecto de ley que unifique estos valores aumenta la complejidad de la cuestión, en todos los países debe primar la seguridad y salud de los trabajadores por ello considero la importancia de con una entidad con avales científicos que sugiera a nivel mundial valores límite de exposición profesional para todos los países a través de un listado variado de sustancias químicas.

8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Concluyendo este proyecto, se establecen como futuras líneas de investigación:

- Recopilar información de los VLA- ED de otros países, por ejemplo, los pertenecientes a América latina que son los que tienen menor legislación en seguridad y salud en el trabajo de tal manera que se puedan comparar los datos obtenidos y sacar conclusiones a mayor profundidad sobre la situación actual de estos compuestos.
- Investigar a mayor profundidad propuestas de proyectos de ley en seguridad en el trabajo que unifiquen los VLA- ED globales, es decir a nivel mundial.
- Incrementar el listado de materiales usados en la construcción para poder tener una ampliación toxicológica en el estudio.

9. GLOSARIO

- Agente químico peligroso: Agente químico que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo (RD 374 INSHT, 2001).
- Agente químico: Todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no (RD 374 INSHT, 2001).
- CAS: Chemical Abstract Service, número de identificación de una sustancia.
- CE: El número CE es el número oficial de la sustancia en la Unión Europea.
- Exposición a un agente químico: Presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de este con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía dérmica (RD 374 INSHT, 2001).
- Enfermedad profesional: Son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral (C.D.513 IESS, 2017).
- FDS: Ficha de Seguridad
- Higiene industrial: es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general (Herrick, 2012).
- LEP: Límites de Exposición Profesional, son los valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y, por lo tanto,

para proteger la salud de los trabajadores (Límites de Exposición Profesional INSST, 2019)

- Muestreo: Tomar una parte de una población para ser estudiada.
- Partícula inhalable: Fracción másica del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca (Bartual Sánchez & Guardino Solá, 1989).
- Partícula torácica: Fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe (Bartual Sánchez & Guardino Solá, 1989).
- Partícula respirable: La Fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas (Bartual Sánchez & Guardino Solá, 1989).
- Patología laboral: Alteraciones de la salud de los trabajadores ocasionadas por las condiciones de trabajo que pueden ser específicas o inespecíficas, según exista o no una clara relación de causa-efecto entre las condiciones de trabajo y las alteraciones del estado de salud del trabajador (Castilla y León, n.d.).
- Peligro: la capacidad intrínseca de un agente químico para causar daño (RD 374 INSHT, 2001).
- Riesgo: la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo (RD 374 INSHT, 2001).
- SAG: Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos
- Sustancia: un elemento químico y sus compuestos en estado natural u obtenidos mediante cualquier proceso de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del proceso utilizado y excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición (Naciones Unidas, 2011)

- TLV: Los TLV (Valores Límite Umbral) para agentes químicos expresan concentraciones en aire de diversas sustancias por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos. (Bartual Sánchez & Guardino Solá, 1989).
- VLA- ED: Valor Límite Ambiental para la Exposición Diaria, valor límite de la concentración media, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias (RD 374 INSHT, 2001).
- VLA: Valores Límite Ambientales, valores límite de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en la zona de respiración de un trabajador (RD 374 INSHT, 2001).
- VLA-EC: Valor Límite Ambiental para Exposiciones de Corta Duración, valor límite de la concentración media, medida o calculada para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un periodo de referencia inferior (RD 374 INSHT, 2001).

10. BIBLIOGRAFIA

- ANSES. (2017). Límites de exposición ocupacional para agentes químicos. Límites de Exposición Ocupacional Para Agentes Químicos. <https://www.anses.fr/en/content/occupational-exposure-limits-chemical-agents>
- Arrovaye Echeverri, A. (2010). TFM- Enfermedades Profesionales en Obreros en el Sector de la Construcción por Exposición a Agentes Químicos.
- NTP 108: Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos, 5 (1984).
- Bartual Sánchez, J. ., & Guardino Solá, X. (1989). NTP 244: Criterios de Valoración en Higiene Industrial. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_244.pdf/b853aaf2-955b-41d7-b021-7bd702ecdd9d
- Casanueva, D. (2017). La Inspección de Trabajo y la Seguridad y Salud en las obras de edificación. Cercha: Revista de Los Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 133, 14–17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=6923377>
- Castilla y León. (n.d.). Glosario de Términos de Salud Laboral y Prevención de Riesgos Laborales. Castilla y León. <https://castillayleon.ccoo.es/ce51410cd640a479b9974e5f2ffbd9e4000054.pdf>
- Cifuentes, A. (2004). “Los accidentes laborales denotan una inadecuada gestión de los riesgos”: Entrevista con Hans-Horst Kontolewsky, director de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Cercha: Revista de Los Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 75, 21–24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=4276988>
- Deutsche, & Forschungsgemeinschaft. (2015). List of MAK and BAT Values. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9783527695539.oth1>
- Ley 31/1995 Prevención de Riesgos Laborales, (1995).
- Europea para la Seguridad la Salud en el Trabajo, A. (n.d.). Prevención de los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral Prevención de los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral.
- GOBIERNO DE ESPAÑA. (1995). LEY 31/1995 - Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial Del Estado.
- GOBIERNO DE ESPAÑA. (1995). LEY 31/1995 - Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial Del Estado.
- Herrick, R. F. (2012). Higiene Industrial. In Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (p. 40). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ibarra, E. J. (2013). Toxicología en Salud Ocupacional. Toxicología En Salud Ocupacional Toxicología, 64–149. <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/insat/cap3.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (n.d.). Límites de Exposición Profesional. <https://www.insst.es/-/limites-de-exposicion-profesional-lep->

ISTAS, R. (2015). Límites de Exposición Profesional (LEP-VLA-VLB). Risctox.

Límites de Exposición Profesional INSST. (2019). Límites de Exposición Profesional 2019.

Marti Veciana, A. (2000). NTP 731: Evaluación de la exposición laboral a aerosole (I): aspectos generales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo, 6. https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_731.pdf/e127bae8-1650-4bfa-98a3-0ea4d2a2f060

MERCK. (n.d.). MERCK Safety Data Sheets. <https://www.merckmillipore.com/INTL/en/support/safety/safety-data-sheets/lvmb.qB.TzsAAAFcXd4Xr74u.nav?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

Naciones Unidas. (2011). Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA).

NTP 526: Valores limite de exposición profesional en la Unión Europea y en España, (1999).

PREVOR - Prévoir et Sauver. (n.d.). Les valeurs limites d'exposition professionnelle Notion de VLEP. <https://www.prevor.com/fr/les-valeurs-limites-dexposition-professionnelle/>

RD 374 INSHT. (2001). RD 374/2001 Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Boletín Oficial Del Estado.

Rubio Rábadan, M. (2017). TFM - Estudio de la Evaluación de los límites de exposición profesional en diversos materiales de construcción durante el periodo 1999-2017. Universidad de Sevilla.

Silbergeld, E. K. (1998). Toxicología, principios generales de la toxicología. Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo.

Solís Carcaño, R. G. (2006). Riesgos en la Salud de los Trabajadores de la Construcción. Ingeniería, 10(2), 67-74.

Testo Unico Sicurezza. (2008). Valori limite di esposizione professionale. <https://www.testo-unico-sicurezza.com/valori-limite-di-esposizione-professionale.html>

11. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grados de toxicidad relación dosis.....	7
Tabla 2. Lista de Valores Límite de Exposición Profesional Vinculantes	18
Tabla 3. Parámetros de Análisis del SCOEL.....	19
Tabla 4. LEP 2015 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	38
Tabla 5. LEP 2015 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	40
Tabla 6. LEP 2016 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	41
Tabla 7. LEP 2016 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	42
Tabla 8. LEP 2017 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	43
Tabla 9. LEP 2017 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	44
Tabla 10. LEP 2018 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	45
Tabla 11. LEP 2018 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	46
Tabla 12. LEP 2019 Sustancias orgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	47
Tabla 13. LEP 2019 Sustancias inorgánicas Países Europeos, Reino Unido, Unión Europea y Estados Unidos.....	49
Tabla 14. Análisis comparativo Ácido fórmico en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	50

Tabla 15. Análisis comparativo Aguarrás Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	51
Tabla 16. Análisis comparativo Alcohol Metílico / Metanol en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.	51
Tabla 17. Análisis comparativo Alquitrán de hulla en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	52
Tabla 18. Análisis comparativo Bisfenol en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.	53
Tabla 19. Análisis comparativo Cloruro de polivinilo en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	53
Tabla 20. Análisis comparativo Diisocianato de difenilmetano en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.	54
Tabla 21. Análisis comparativo Formaldehido en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	55
Tabla 22. Análisis comparativo gasolina en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	56
Tabla 23. Análisis comparativo Maderas duras / Maderas Blandas en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.	56
Tabla 24. Análisis comparativo Morfolina en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	57
Tabla 25. Análisis comparativo Naftaleno en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	58
Tabla 26. Análisis comparativo Xileno en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	59
Tabla 27. Análisis comparativo Amianto en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.	59

Tabla 28. Análisis comparativo Cal / Hidróxido de Calcio en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.	60
Tabla 29. Análisis comparativo Cemento portland en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	61
Tabla 30. Análisis comparativo Fibra de vidrio en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	62
Tabla 31. Análisis comparativo Hidróxido de sodio en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	62
Tabla 32. Análisis comparativo Humos de soldadura en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	63
Tabla 33. Análisis comparativo Sílice Cristalina / Cuarzo en Países Europeos, Gran Bretaña, Unión Europea y Estados Unidos.....	64