

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO

Saúl Martínez Molina

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Química y Ambiental
Bogotá, Colombia
2019

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO

Saúl Martínez Molina

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Ambiental

Director:

MSc, Esp, IQ Oscar Javier Suarez Medina

Línea de Investigación:

Priorización de sustancias químicas

Grupo de Investigación:

Programa de Investigación sobre Residuos

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Química y Ambiental

Bogotá, Colombia

2019

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, mi amada esposa Maria Teresa Reyes Angulo, quien siempre me ha apoyado y animado incondicionalmente, a mis hijos Arturo y Saúl Martínez Reyes que con sus sonrisas alegran mis días, a mis padres y mis hermanos que constantemente me apoyan para seguir adelante, al Ingeniero Químico Oscar Suarez el cual ha sido mi amigo y mentor en este largo proceso brindando gran apoyo para la realización de este trabajo y a mis compañeros que han confiado en mí a lo largo de la carrera.

Resumen

Se desarrollaron índices de priorización de sustancias químicas de uso industrial SQI, teniendo en cuenta variables de consumo interno (importación y consumo), además de variables de movilidad como la constante de la ley de Henry, el coeficiente de reparto octanol agua (K_{OW}), octanol aire (K_{OA}), octanol carbono (K_{OC}), la solubilidad en agua y biodegradación, considerando su grado de afinidad a los elementos ambientales, se relacionan a las enfermedades laborales por agentes químicos y también los peligros físicos, a la salud y el ambiente del Sistema Globalmente Armonizado. Las variables de movilidad indican inicialmente el grado de impacto del uso de las sustancias químicas en los elementos ambientales: agua, aire, suelo y biota, además permiten ver cómo estos se convierten en las vías de acceso al organismo; esta información se complementa, integra y relaciona con la información de peligros a la salud acorde al Sistema Globalmente Armonizado y con las enfermedades laborales de los agentes químicos, que se pueden generar acorde a los conceptos y variables de salud ocupacional. De igual manera las cifras de consumo interno indican lo extenso de las situaciones o problemáticas encontradas, los puntos de entrada de las importaciones indican el área geográfica donde se consumen y los grupos industriales CIU indican no solo el tipo de industria, muestran además los diferentes usos que se le puede dar a cada sustancia y las formas diferentes de exposición a las mismas. Una vez aplicadas las metodologías de priorización se identificaron y generaron listados de sustancias priorizadas por consumo interno, movilidad ambiental, salud ocupacional y Sistema Globalmente Armonizado, donde se destacan el tetracloroetileno, cloroformo, benceno, hidróxido de sodio y otras sustancias químicas con alto consumo, muy peligrosas y con alta afinidad a elementos ambientales. Se identifica el Tetracloroetileno como una sustancia química problema en el área metropolitana de Bogotá la cual es muy susceptible de provocar cáncer y tiene una alta movilidad en el aire, se identifica también el benceno como sustancia química con mayor índice de priorización para el grupo industrial de fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados.

Palabras clave: Ingeniería Verde, Sustancias Químicas, Movilidad Ambiental, Sistema Globalmente Armonizado, Salud Ocupacional, Índices de Priorización

Abstract

Priority indexes of chemical substances for industrial use SQI were developed, taking into account variables of internal consumption (import and consumption), as well as mobility variables such as the Henry's law constant, the octanol water partition coefficient (K_{OW}), octanol air (K_{OA}), octanol carbon (K_{OC}), water solubility and biodegradation, considering their degree of affinity to environmental elements, are related to occupational diseases by chemical agents and also physical hazards, health and the environment of the Globally Harmonized System. The mobility variables initially indicate the degree of impact of the use of chemical substances in the environmental elements: water, air, soil and biota, in addition they allow to see how these become the access routes to the organism; This information is complemented, integrated and related to the health hazard information according to the Globally Harmonized System and the occupational diseases of chemical agents, which can be generated according to the concepts and variables of occupational health. Similarly, internal consumption figures indicate the extent of situations or problems encountered, the entry points of imports indicate the geographical area where they are consumed and the ISIC industrial groups indicate not only the type of industry, they also show the different uses that can be given to each substance and the different forms of exposure to them. Once the prioritization methodologies were applied, priority lists were identified and generated for internal consumption, environmental mobility, occupational health and the Globally Harmonized System, where tetrachloroethylene, chloroform, benzene, sodium hydroxide and other highly consumed chemicals stand out. very dangerous and with high affinity to environmental elements. Tetrachlorethylene is identified as a chemical problem in the metropolitan area of Bogotá which is very susceptible to cancer and has a high mobility in the air, benzene is also identified as chemical substances with higher prioritization index for the industrial group of manufacture of basic chemical substances, except fertilizers and inorganic nitrogenous compounds.

Keywords: Green Engineering, Chemical Substances, Environmental Mobility, Globally Harmonized System, Occupational Health, Prioritization Indices

Contenido

Contenido	Pág.
Lista de figuras	XI
Lista de tablas	XIII
Objetivos	XV
Introducción	1
1. Capítulo 1: Conceptos Básicos, criterios y clasificación de Sustancias Químicas	7
1.1 Bases de datos para la cuantificación de sustancias químicas.....	8
1.2 Conceptos básicos para la clasificación de las sustancias químicas de uso industrial	16
1.2.1 Clasificación de las sustancias químicas de uso industrial con base en las propiedades fisicoquímicas asociadas con la movilidad en elementos ambientales....	16
1.2.2 Clasificación de las sustancias químicas de uso industrial de acuerdo con los umbrales de exposiciones límite y las enfermedades que estas ocasionan	18
1.2.3 Clasificación de las sustancias químicas de uso industrial con base en los peligros designados por el Sistema Globalmente Armonizado.....	19
2. Capítulo 2: Metodología de priorización de sustancias químicas de uso industrial	26
2.1 Metodología de filtro de datos de las SQI presentadas por la DIAN y el DANE	26
2.1.1 Áreas metropolitanas y códigos CIU (DANE)	26
2.1.2 Departamentos DIAN.....	29
2.2 Metodología de priorización de datos asociados a las propiedades de sustancias químicas de uso industrial.....	31
2.2.1 Clasificación por Movilidad Ambiental.....	31
2.2.2 Clasificación por Salud Ocupacional.....	34
2.2.3 Clasificación por Sistema Globalmente Armonizado	37
2.3 Metodología de generación de índices de priorización de Sustancias Químicas de uso Industrial	37
2.3.1 Índices de priorización por consumo interno (DANE) e índices de priorización por sustancias químicas importadas (DIAN)	38
2.3.2 Índices de priorización por Movilidad Ambiental.....	42
2.3.3 Índices de priorización por Salud Ocupacional	47
2.3.4 Índices de priorización por Sistema Globalmente Armonizado.....	50

3. Capítulo 3: Resultados y discusión	59
3.1 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por consumo interno (DANE).....	59
3.2 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por importación (DIAN).....	65
3.3 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por movilidad en elementos ambientales.....	68
3.4 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por salud ocupacional	72
3.5 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial de acuerdo a los peligros establecidos en el Sistema Globalmente Armonizado	76
3.6 Generación de índice global	79
3.7 Evaluación de un área metropolitana específica y priorización de un sector industrial.....	83
3.8 Posibles soluciones a las sustancias químicas de uso industrial problema identificadas.	88
4. Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones.....	93
4.1 Conclusiones	93
4.2 Recomendaciones	95
5. Anexos 5	97
5.1 Anexo 5.1: Listado de secciones y capítulos arancelarios implementados por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.....	99
5.2 Anexo 5.2: Listado de los códigos de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas Revisión 3.1 adaptada para Colombia 107	
5.3 Anexo 5.3: Cuantificación de sustancias priorizada para el año 2016 por índices globales.....	114
5.4 Anexo 5.4: Listado de valores de peligros de acuerdo a los establecido en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II.	116
5.5 Anexo 5.5: Listado de sustancias químicas puras para 2016.....	126

Lista de figuras

Figura 1-1. Balance general de códigos arancelarios y CPC, relacionados con sustancias químicas de todo tipo de uso, importadas, exportadas, consumidas y, producidas en Colombia, 2003-2012 [5]	15
Figura 2-1. Recorte de la Tabla 11 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II, ejemplo de la forma como se definen los valores asignados a los peligros físicos, ambientales o sobre la salud. Caso peligros físicos: líquidos inflamables [5].....	52
Figura 3-1. Sustancias Químicas de Uso Industrial en función a la presencia en Áreas Metropolitanas, siendo las 288 sustancias químicas el 100%.....	60
Figura 3-2. Porcentaje de distribución de SQI en los sectores industriales, siendo 49 el 100%.....	63
Figura 3-3. Porcentaje de sustancias química de uso industrial presentes en función a los departamentos, siendo 302 el 100%	66
Figura 3-4. Distribución porcentual de la movilidad ambiental de las SQI	69
Figura 3-5. Imagen de la Figura No.3.18 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas 2012. [10]	70
Figura 3-6. Distribución porcentual de las 154 sustancias químicas asociadas a enfermedades clasificadas por grupos o categorías	73
Figura 3-7. Distribución de peligros según el SGA en las SQI de trabajo	76
Figura 3-8. Distribución de peligros a la salud en las SQI según el SGA.....	77
Figura 3-9. Imagen de la Tabla 17 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol II. ...	79
Figura 3-10. Pasos para establecer un plan de sustitución y manejo más seguro de sustancias químicas peligrosas en los establecimientos de salud	89
Figura 3-11. Modelo de Gestión de los EPP en la Empresa [86]	90
Figura 3-12. Ciclo de vida de la sustancia química.	91
Figura 5-1. Listado de códigos CIIU de la división 15. [87]	107
Figura 5-2. Listado de códigos CIIU de la división 16 a 19. [87]	108
Figura 5-3. Listado de códigos CIIU de la división 20 a 24. [87]	109
Figura 5-4. Listado de códigos CIIU de la división 24 a 28. [87]	110
Figura 5-5. Listado de códigos CIIU de la división 28 a 31. [87]	111
Figura 5-6. Listado de códigos CIIU de la división 32 a 36. [87]	112
Figura 5-7. Listado de códigos CIIU de la división 36 a 45. [87]	113
Figura 5-8. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	116
Figura 5-9. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	117

Figura 5-10. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	117
Figura 5-11. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	118
Figura 5-12. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	118
Figura 5-13. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	119
Figura 5-14. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	119
Figura 5-15. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	120
Figura 5-16. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	120
Figura 5-17. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	121
Figura 5-18. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	121
Figura 5-19. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	122
Figura 5-20. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	122
Figura 5-21. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	123
Figura 5-22. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	123
Figura 5-23. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	124
Figura 5-24. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	124
Figura 5-25. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	125
Figura 5-26. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].....	125

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1. Estructura de la clasificación central de productos por sección y división. [15]	9
Tabla 1-2. Listado de secciones [16] [17]	14
Tabla 1-3. Variables de movilidad o afinidad ambiental de las SQI en los elementos ambientales [24]	17
Tabla 1-4. Valores límite para sustancias químicas [27]	18
Tabla 1-5. Peligros a la salud según el Sistema Globalmente Armonizado [28] [29]	20
Tabla 1-6. Peligros físicos según el Sistema Globalmente Armonizado [28] [29]	23
Tabla 1-7. Peligros al medio ambiente según el Sistema Globalmente Armonizado [28] [29]	25
Tabla 2-1. Áreas metropolitanas establecidas por el Departamento Nacional de Estadística [31]	28
Tabla 2-2. Código de Departamentos DIAN [32]	30
Tabla 2-3. Listado de modelos de estimación usados en Movilidad Ambiental [35] [36] [37] [38]	33
Tabla 2-4. Tabla de enfermedades clasificadas por grupos o categorías de acuerdo con el Decreto 1477 de 2014, asociadas a SQI. [43] [47] [45]	36
Tabla 2-5. Afinidad de las sustancias químicas en los elementos ambientales [51] [24]	43
Tabla 2-6. Valores de factor de importancias para los valores de afinidad a los elementos ambientales	44
Tabla 2-7. Datos de movilidad en elementos ambientales para el dodecilbenceno	46
Tabla 2-8. Valores de factor de importancia para las enfermedades clasificadas por grupos o categorías de acuerdo al Decreto 1477 de 2014 (X_{SO}), con base en la OMS [45]	48
Tabla 2-9. Datos asociados a las enfermedades clasificadas por grupos o categorías de acuerdo al Decreto 1477 de 2014, para el yodo como SQI de ejemplo	49
Tabla 2-10. Ponderación de Valores para los componentes de peligro según el SGA. [5]	50
Tabla 2-11. Valores asignados al peligro físico explosivos insensibilizados. [28]	53
Tabla 2-12. Valores del factor de importancia relativa a los peligros físicos [5] [28]	54
Tabla 2-13. Valores del factor de importancia relativa a los peligros al medio ambiente [5]	55
Tabla 2-14. Valores del factor de importancia relativa a los peligros a la salud [5]	56
Tabla 2-15. Resumen de los índices de priorización	58

Tabla 3-1. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por áreas metropolitanas	61
Tabla 3-2. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por índice de priorización por consumo interno asociados a los grupos industriales.....	64
Tabla 3-3. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por presencia en departamentos	67
Tabla 3-4. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por movilidad ambiental	71
Tabla 3-5. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por índice de salud ocupacional.	74
Tabla 3-6. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas de acuerdo a los peligros establecidos según el Sistema Globalmente Armonizado	78
Tabla 3-7. Valores de importancias para los índices de priorización involucrados en el índice global por Áreas Metropolitanas.	80
Tabla 3-8. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por el índice global DANE	81
Tabla 3-9. Valores de importancias para los índices de priorización involucrados en el índice global DIAN.	82
Tabla 3-10. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por el índice global DIAN.	83
Tabla 3-11. Índice de priorización de SQI para el área metropolitana de Bogotá	85
Tabla 3-12. Listado de las diez primeras sustancias priorizadas por el CIU 2411	87
Tabla 5-1. Listado de secciones y capítulos arancelarios. [17] [16].....	99
Tabla 5-2. Cuantificación de SQI priorizadas por índice global DANE.....	114
Tabla 5-3. Cuantificación de SQI priorizadas por índice de global DIAN	115
Tabla 5-4. Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.....	126
Tabla 5-5.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.....	127
Tabla 5-6.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.....	128
Tabla 5-7.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.....	129
Tabla 5-8.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.....	130
Tabla 5-9.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.....	131
Tabla 5-10.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.....	132

Objetivos

Objetivo General:

- Generar un diagnóstico actualizado del uso de sustancias químicas en Colombia, en relación a peligros acorde al SGA, movilidad en el ambiente y aspectos ocupacionales, resaltando estos aspectos en el uso de sustancias en los corredores industriales, los sectores CIU, una ciudad específica u otra instancia importante para Colombia.

Objetivos específicos:

1. Cuantificar las sustancias químicas por consumo, producción, importación y exportación en Colombia.
2. Clasificar y priorizar sustancias químicas a partir de su movilidad en el ambiente, parámetros de salud ocupacional, y los peligros establecidos por el SGA.
3. Evaluar un área metropolitana específica y luego priorizar un sector industrial.
4. Generar índices de exposición y/o movilidad por sectores priorizado.

Introducción

La relación de las sustancias químicas con el hombre nace desde hace muchos siglos; se tienen estudios de que las primeras pruebas de extracción metalúrgica proceden del yacimiento de Çatalhöyük en Anatolia (Turquía), alrededor 6400 a. C [1]. Desde esta época o antes se puede decir que el hombre se ha vinculado con sustancias químicas de uso industrial; en la actualidad estas han sido parte del quehacer diario y con esto empieza la exposición a los peligros inherentes de las sustancias químicas de uso industrial. [2]

Entre las primeras políticas mundiales con el fin de resolver cualquier problemática generada, dificultad, evento, intoxicación, accidente o emergencia con sustancias químicas, en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de las mismas, nace el SAICM¹ (*El Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Sustancias Químicas*) el cual tiene sus orígenes en la Primera Cumbre de la Tierra llevada a cabo en Estocolmo en 1972 [3], actualmente Colombia desarrolla el Fortalecimiento de la gobernabilidad nacional para la implementación del SAICM en el cual se mejorará la gestión racional de sustancias químicas. [4]

En la búsqueda de establecer políticas de seguridad química, en el año 2015 se realizó el último inventario sobre sustancias químicas con características peligrosas a nivel nacional por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, enfocándose en sustancias químicas de uso industrial y priorizando según los diferentes peligros presentados en el Sistema Globalmente Armonizado (SGA²), esto con el fin de tener un mejor conocimiento y poder tener un control adecuado de las sustancias químicas peligrosas que en el país se

¹ SAICM: Strategic Approach of International Chemical Management o *El Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Sustancias Químicas*: fue Adoptado por la Conferencia Internacional sobre la Gestión de Productos Químicos (ICCM) el 6 de febrero de 2006 en Dubái. [93]

² Sistema Globalmente Armonizado o en inglés Globally Harmonized System (GHS) [94]

importan, se producen, se consumen y exportan, este inventario se publicó en 2017 y se conoció como el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II. Dicho inventario fue realizado con base en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia realizado en 2012 [5], siguiendo los parámetros establecidos en el SAICM. Este perfil solo recogió información hasta el año 2007, llegando a una primera aproximación y priorizando solo con características básicas de peligro(CRETI [6]), las cuales fueron asignadas a cada sustancia química, sin embargo se observa un sesgo considerable puesto no se discrimina el nivel de peligro, por ejemplo se menciona que una sustancia química es tóxica y no se establece el grado de toxicidad, variable que si se considera en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia Vol. II publicado en 2017

Entre las últimas políticas asociadas a seguridad química se tienen el CONPES³ 3868 - Política de Gestión de Riesgo Asociado a Sustancias Químicas- [7]; en este se busca llenar los vacíos en cuanto a la gestión del riesgo asociada a las sustancias químicas. El documento busca integrar los procesos de la gestión del riesgo y las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas. Con base en lo anterior el CONPES 3868 tiene dos objetos de interés: las sustancias químicas y el sector asociado al uso de las mismas, se propone buscar herramientas de reducción de efectos adversos a la salud.

Considerando que se han realizado diversos estudios en cuanto a la peligrosidad que presentan las sustancias químicas en su uso en Colombia (Guías de Manejo Seguro y Gestión Ambiental para 25 sustancias químicas [8], Impacto ambiental y riesgo potencial que genera el uso de percloroetileno en las lavanderías en seco en Bogotá [9], entre otros documentos realizados por entidades del estado o productos de una investigación), pero solo uno a nivel nacional (Perfil Nacional de Sustancias Químicas, en su Volumen I [10] y II [5]), dicho estudio solo fue visto bajo los lineamientos del SGA. En el presente estudio se busca ir más allá, no solo contemplar parámetros de la peligrosidad del SGA sino poder clasificar y priorizar dichas sustancias según sus parámetros de movilidad cómo contaminantes en elementos ambientales y los principales parámetros de salud ocupacional.

Actualmente no se tiene un estudio actualizado de los efectos que genera el uso de sustancias químicas a nivel nacional, de cómo se ven afectado los diferentes

³ Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) [92]

departamentos, sectores CIIU⁴ (Clasificación Internacional Industrial Uniforme) u otras instancias regionales, con respecto a las diferentes propiedades intrínsecas que poseen las sustancias que de una u otra forma pueden generar un peligro para la salud humana y el medio ambiente. Adicionalmente, solo el 0,7% de los empleadores realizan labores de prevención en riesgo químico [11] y por lo tanto no hay suficientes programas de seguridad química que reduzcan los riesgos asociados, de manera que se proteja a los trabajadores y a las instalaciones de los eventos con sustancias químicas. [12]

Si se tienen los parámetros de las sustancias químicas en Colombia, se abre un gran campo de investigación, ya que se puede determinar cuáles son las sustancias químicas que más inciden en las diferentes ciudades o sectores industriales bajo ciertos aspectos, por ejemplo, saber cuál es la sustancia química en el área metropolitana de Barranquilla que más está impactando el elemento ambiental aire, en qué sector industrial se usa y cuánto. Es importante mencionar que no es posible analizar las sustancias químicas totales en Colombia, por tal motivo es necesario limitarse a lo presentado por la Clasificación Central de Productos (CPC⁵) recopilados en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM⁶) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE⁷) y a las sustancias químicas asignadas a códigos arancelarios recopilados por el SIEX⁸ de la DIAN⁹.

Con base a lo anterior surge la necesidad de realizar dicho diagnóstico que permite cuantificar y calificar el consumo de sustancias químicas en Colombia, desarrollando estadísticas por número y peso de sustancia; de esta manera se puede realizar un análisis puntual de los sectores industriales de mayor aplicación las de sustancias químicas de consumo en el país, la identificación las zonas con mayor consumo, las características de peligrosidad específicas que se manejan, la movilidad de estas sustancias y otros aspectos que podrían influir en la salud, para hacer gestión sobre todas las sustancias prioritarias y así fortalecer el trabajo de los entes reguladores y de emergencia; adicionalmente, al tener

⁴ Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), traducido del inglés International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIC) establecido por las Naciones Unidas (United Nations) originalmente en 1948. [89]

⁵ Son las siglas en inglés para Central Product Classification, esta clasificación fue definida por las Naciones Unidas en 1991 y es actualmente usada por el DANE en la Encuesta Anual Manufacturera [15].

⁶ Encuesta Anual Manufacturera

⁷ Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas

⁸ Sistema Estadístico de Comercio Exterior

⁹ Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia

esta información se podrán tener identificados los potenciales generadores de RESPEL, los puntos potenciales afectados por contaminantes ambientales, entre otras cosas.

Establecer una base de datos en la cual se pueda tener la información de consumo y el destino de las sustancias químicas en las etapas del ciclo de vida, peligros intrínsecos (peligros físicos, a la salud humana y al ambiente), la movilidad en elementos ambientales (agua, aire, suelo y biota) que se traducen en vías de acceso al ser humano por inhalación o ingesta, o la exposición directa en ambientes ocupacionales, es de vital importancia para la gestión racional y adecuada de las sustancias químicas en un país en desarrollo como Colombia y esto estaría alineado con lo establecido en los objetivos generales 1¹⁰ y 2¹¹ del CONPES 3868.

El detalle de los peligros, la movilidad y los umbrales de exposición de las sustancias químicas que se manejan en un corredor industrial, en una ciudad, en un departamento, en una institución o en toda Colombia, es una información valiosa que permite priorizar sustancias para su uso o manejo y a su vez da la posibilidad de generar campañas de información sobre peligros, generar programas de gestión de riesgo, establecer programas de uso seguro de sustancias químicas, generar elementos para planes de contingencia y emergencia con sustancias químicas, tener alertas sobre impactos hacia los elementos ambientales por movilidad de sustancias químicas, verificar sobre qué peligros están más expuestos los trabajadores etc.

Los nuevos retos en relación al uso de sustancias químicas, obliga a que toda persona tenga el conocimiento que se enfrenta a un peligro en el momento de manipular una sustancia química. Por ello, los países bajo lineamientos de entes internacionales como la OCDE, la Unión Europea y las mismas Naciones Unidas en varias de sus iniciativas como el SAICM, el Sistema Globalmente Armonizado, el convenio de Rotterdam, el Convenio de Estocolmo, el convenio OIT 170 y el convenio OIT 174, por nombrar los más importantes, propenden por un uso seguro y racional de las sustancias químicas en las diferentes etapas del ciclo de vida de las mismas.

¹⁰ Establecer los elementos técnicos y normativos para la gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas de uso industrial

¹¹ Establecer los elementos técnicos y normativos para la prevención de accidentes mayores asociados al uso de sustancias químicas.

Colombia debe mejorar sus conocimientos respecto a seguridad química por ser signatario de convenios internacionales, para permanecer siendo miembro de la OCDE y proteger la vida y la salud de todos los colombianos.

1. Capítulo 1: Conceptos Básicos, criterios y clasificación de Sustancias Químicas

Para hablar de los conceptos básicos de este trabajo es clave resaltar las diferentes etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas: fabricación o síntesis, transporte, comercialización, importación, exportación, almacenamiento, uso, y las etapas de la gestión de los Respel¹². El grado de exposición de las personas que manejan las sustancias químicas en cada etapa, así como el grado de riesgo, es diferente en cada caso, así el peligro intrínseco de la sustancia química sea el mismo.

Es diferente el nivel del riesgo y el grado de exposición en la etapa de transporte de ácido sulfúrico que en el almacenamiento o el uso del mismo ácido, así que la manera de priorizar debería ser diferente, en el caso de puestos de trabajo, en los que las personas están más expuestas, los parámetros ocupacionales y de movilidad en los elementos ambientales cobran mayor relevancia, así como las enfermedades crónicas acorde al SGA, mientras que en el almacenamiento o el transporte en el que en principio no debe haber exposición, cobran importancia las enfermedades agudas y los efectos inmediatos ante la exposición a una sustancia, especialmente en el momento de un accidente o evento tecnológico (derrame, fuga, incendio o explosión).

La priorización que se ha desarrollado antes por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia), fue muy genérica abarcando variables como las cantidades consumidas, importadas, el uso en corredores industriales, en cultivos, etc; mientras que el presente trabajo se involucran variables de movilidad en el ambiente (agua, aire, suelo y biota) así como variables de tipo ocupacional para detectar las sustancias prioritarias especialmente en USO o puestos de trabajo.

¹² Residuo Peligroso

Para el desarrollo de este trabajo, se tienen cuatro etapas básicas. En una primera etapa se buscó cuantificar las sustancias químicas por su consumo, producción, importación y exportación. En la segunda etapa se clasificó las sustancias químicas con base tres componentes: 1) Según la movilidad en elementos ambientales, 2) por su clasificación de peligros en el Sistema Globalmente Armonizado y 3) de acuerdo con los peligros por exposiciones límite y las enfermedades asociadas a la exposición a sustancias químicas. En una tercera en la cual se generaron índices para las sustancias por nivel de exposición, por sectores industriales, por movilidad ambiental. En la cuarta etapa se mostró los diagnósticos y resultados finales. Para la realización de estas etapas fue necesario tener claros los conceptos relacionados las bases de datos de la DIAN y del DANE, movilidad ambiental, salud ocupacional y Sistema Globalmente Armonizado.

1.1 Bases de datos para la cuantificación de sustancias químicas

La cuantificación de las sustancias químicas se realizó con la información consignada en las bases de datos del DANE y la DIAN; en estas solamente se estudió el universo de las Sustancias Químicas de uso Industrial (SQI)¹³ puras [13] debido a que a estas si pueden ser calificadas en sus tres componentes respecto a los otros tipos de sustancias químicas definidas en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II. En las bases de datos se tuvieron en cuenta la manipulación de las sustancias químicas, la cual se ve reflejada en las cifras de consumo (DANE) e importación (DIAN), principalmente.

En la Encuesta Anual Manufacturera presentada por el DANE, se listan los productos con un código denominado CPC por sus siglas en inglés de Central Product Classification, este código está ligado a un producto o grupos de productos.

¹³ SQI: Sustancia Química de uso Industrial

El listado de productos asociados a la CPC está dividido en 10 grandes secciones como se ve en la Tabla 1-1, la cual luego se clasifica en divisiones, grupos, clases y subclases, por ejemplo, el CPC 3411001 correspondiente al hexano, pertenece la sección 3(Otros bienes transportables, excepto los productos metálicos, maquinaria y equipamiento), división 34(Productos químicos básicos); grupo 341(Químicos orgánicos básicos); clase 3411(Hidrocarburos y sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados y nitrosados) y subclase 3411001(Hexano).

Las sustancias químicas de uso industrial se encuentran en su mayoría en la sección 3 en la división de productos químicos básicos y otros productos químicos, sin embargo, este código en algunas ocasiones abarca una SQI específica como por ejemplo el CPC 3413911 asignado al ciclohexanol; en otros ejemplos se tienen grupos de SQI como es el caso de CPC 3413915 correspondiente al grupo de los glicoles, el segundo caso de CPC no es una SQI pura y por tal motivo no se puede clasificar y es necesario realizar un filtro asociado al CPC. En este listado se presentan sustancias químicas de uso industrial en otras secciones, por lo cual fue necesario verificar una a una las sustancias [14] [15]

Tabla 1-1. Estructura de la clasificación central de productos por sección y división. [15]

Sección	División
0-Agricultura, silvicultura y productos pesqueros	1 Productos de la agricultura, horticultura y jardinería de mercado 2 Animales vivos y productos de origen animal (excluida la carne) 3 Productos de silvicultura y explotación forestal 4 Pescado y otros productos de pesca
1- Minerales y minerales; electricidad, gas y agua	11 Carbón y turba 12 Petróleo crudo y gas natural 13 Minerales y concentrados de uranio y torio 14 Minerales metálicos 15 Piedra, arena y arcilla 16 Otros minerales Electricidad 17 Gas ciudad, vapor y agua caliente 18 Agua natural

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

Tabla 1-1(continuación). Estructura de la clasificación central de productos por sección y división. [15]

Sección	División
2- Productos alimenticios, bebidas y tabaco; textiles, prendas de vestir y productos de cuero	21 Carne, pescado, frutas, verduras, aceites y grasas 22 Productos lácteos y ovoproductos 23 Productos de molinería, almidones y productos de almidón; otro productos alimenticios 24 Bebidas 25 Productos de tabaco 26 Hilados e hilos; Telas tejidas y copetudas 27 Artículos textiles que no sean prendas de vestir 28 Tejidos de punto o ganchillo; ropa de vestir 29 Cuero y productos de cuero; calzado
3- Otros bienes transportables, excepto los productos metálicos, maquinaria y equipamiento	31 Productos de madera, corcho, paja y trenzados 32 Pulpa, papel y productos de papel; impresos y relacionados artículos 33 Productos de horno de coque; Productos refinados del petróleo; nuclear Combustible 34 Productos químicos básicos; 36 Otros productos químicos; fibras artificiales 37 productos de caucho y plásticos 38 Vidrio y productos de vidrio y otros productos no metálicos ncp; muebles; Otros bienes transportables ncp 39 Residuos o desperdicios
4-Productos metálicos, maquinaria y equipamientos	41 Metales básicos 42 Manufacturas de metal, excepto maquinaria y equipo; 43 Maquinaria de uso general 44 Maquinaria para usos especiales 45 Maquinaria de oficina, contabilidad y computación 46 Máquinas y aparatos eléctricos 47 Equipos de radio, televisión y comunicación y aparato 48 Aparatos médicos, instrumentos de precisión y ópticos, relojes y relojes 49 Equipos de transporte.

Tabla 1-1(continuación). Estructura de la clasificación central de productos por sección y división. [15]

Sección	División
5-Contrucción y servicios de construcción	53 Construcciones 54 Servicios de construcción
6-Servicios de comercio de distribución; servicios de alojamiento, comidas y bebidas; servicios de transporte; y servicios de distribución de electricidad, gas y agua.	61 Servicios de comercio al por mayor 62 Servicios de comercio al por menor 63 Servicios de alojamiento, alimentación y bebidas 64 Servicios de transporte de pasajeros 65 Servicios de transporte de mercancías 66 Servicios de alquiler de vehículos de transporte con operarios 67 Apoyo a los servicios de transporte 68 Servicios postales y de mensajería 69 Distribución de electricidad, gas y agua (por cuenta propia).
7- Servicios financieros y afines; servicios Inmobiliarios; y servicios de alquiler y arrendamiento	71 Servicios financieros y servicios conexos 72 Servicios inmobiliarios 73 Servicios de arrendamiento o alquiler sin operador.

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

Tabla 1-1(continuación). Estructura de la clasificación central de productos por sección y división. [15]

Sección	División
8-Servicios de negocios y producción.	81 Servicios de investigación y desarrollo 82 Servicios jurídicos y contables 83 Servicios profesionales, técnicos y empresariales (excepto servicios de investigación, desarrollo, legales y contables) 84 Telecomunicaciones, radiodifusión y suministro de información. servicios 85 Servicios de apoyo 86 Servicios de apoyo y explotación a la agricultura, caza, silvicultura, pesca, minería y servicios públicos. 87 Mantenimiento, reparación e instalación (excepto construcción) servicios 88 Servicios de manufactura en insumos físicos propiedad de otros 89 Otros servicios de manufactura; editorial, imprenta y servicios de reproducción; servicios de recuperación de materiales
9-Servicio comunitario, social y personal.	91 Administración pública y otros servicios prestados al comunidad en su conjunto; servicios de seguridad social obligatorios 92 Servicios educativos 93 Salud humana y servicios de asistencia social 94 Servicios de recolección, tratamiento y eliminación de aguas residuales y otros servicios de protección ambiental. 95 Servicios de organizaciones de afiliados 96 Servicios recreativos, culturales y deportivos 97 Otros servicios 98 Servicios domésticos 99 Servicios prestados por organismos y organizaciones extraterritoriales.

En la base de datos del Registro de la Declaraciones de Importación y Exportación y en el Sistema Estadístico de Comercio Exterior de la DIAN se tiene un listado de productos por código arancelario o partida arancelaria, este asigna códigos a los productos de exportación e importación de forma similar al CPC y también posee una estructura similar como se ve en la Tabla 1-2, asociando los productos a una sección, partida, subpartida nivel armonizado, subpartida comunidad andina y una subpartida nivel Colombia, por ejemplo, el código arancelario 2902.41.00.00(o-xileno), pertenece a la sección VI(Productos de las industrias químicas o de las industrias conexas); capítulo 29(Productos químicos orgánicos), partida arancelaria 2902(Hidrocarburos cíclicos); subpartida nivel armonizado 2902.41 (Xilenos); subpartida comunidad andina 2902.41.00 y subpartida nivel Colombia 2902.41.00.00 [16]

Tabla 1-2. Listado de secciones [16] [17]

Secciones
I. Animales vivos y productos del reino animal
II. Productos del reino vegetal
III. Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas ceras de origen animal o vegetal
IV. Productos de las industrias alimentarias; bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; tabacos y sucedáneos del tabaco elaborados
V. Productos minerales
VI. Productos de las industrias químicas o de las industrias conexas
VII. Materias plásticas y manufacturas de estas materias; caucho y manufacturas de caucho
VIII. Pieles, cueros, peletería y manufacturas de estas materias; artículos de guarnicionería o de talabartería; artículos de viaje; bolsos de mano y continentes similares; manufacturas de tripa
IX. Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera; corchos y manufacturas de corcho; manufacturas de espartería o de cestería
X. Pasta de madera o de otras materias fibrosas celulósicas; desperdicios y desechos de papel o cartón; papel, cartón y sus aplicaciones
XI. Materias textiles y sus manufacturas
XII. Calzado, sombrerería, paraguas, quitasoles, bastones, látigos, fustas y sus partes: plumas preparadas y artículos de plumas; flores artificiales, manufacturas de cabello
XIII. Manufacturas de piedra, yeso, cemento, amianto, mica o materias análogas, productos cerámicos; vidrios y manufacturas de vidrio
XIV. Perlas finas o cultivadas, piedras preciosas y semipreciosas o similares, metales preciosos. chapados de metales preciosos y manufacturas de estas materias; bisutería; monedas
XV. Metales comunes y manufacturas de estos metales
XVI. Máquinas y aparatos, material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o la reproducción de sonido, aparatos de grabación o la reproducción de imágenes y sonido en televisión y las partes y accesorios de estos aparatos
XVII. Material de transporte
XVIII. Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía, cinematografía, de medida, control o de precisión: instrumentos y aparatos médico-quirúrgicos; relojería; instrumentos de música; partes y accesorios de estos instrumentos o aparato
XIX. Armas y municiones y sus partes y accesorios
XX. Mercancías y productos diversos
XXI. Objetos de arte, de colección o de antigüedad

De igual forma que en el CPC, los códigos arancelarios se presentan en capítulos que claramente manejan sustancias químicas de uso industrial, como son el capítulo 28 y 29 (Anexo 5.1). Sin embargo, como en el CPC, es necesario verificar más de 3000 productos en caso de presentarse otra SQI. También se presentan códigos asignados a SQI puras como el caso del código 2902.41.00.00 asignado a o-Xileno, la cual se puede clasificar de manera correcta y códigos asignados a grupos de sustancias como el código 2902.44.00.00 asignado a Mezclas de isómeros del xileno, las cuales deben ser filtradas, por lo que no se pueden calificar adecuadamente. [18]

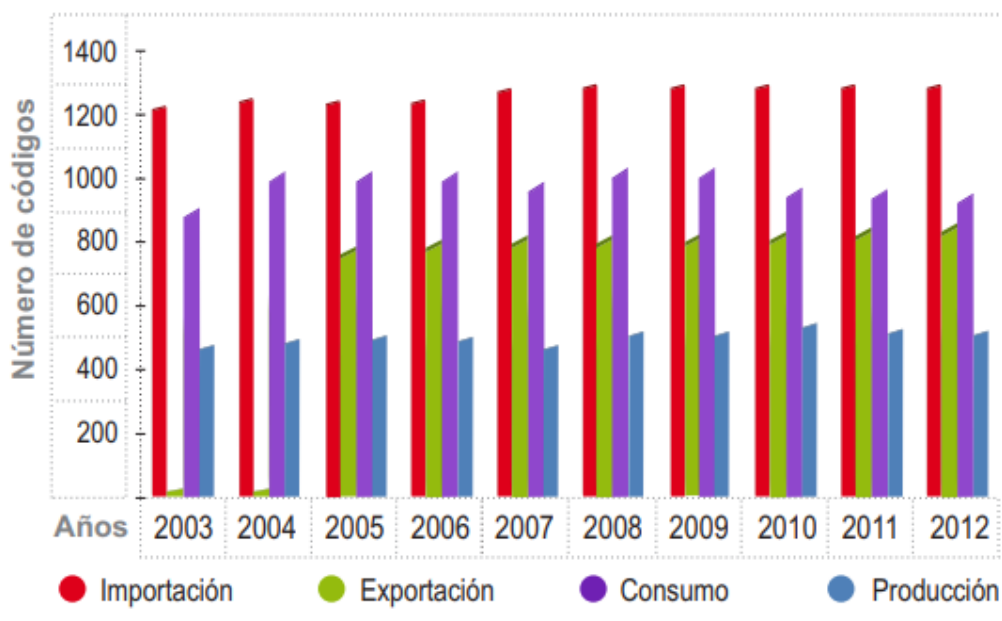


Figura 1-1. Balance general de códigos arancelarios y CPC, relacionados con sustancias químicas de todo tipo de uso, importadas, exportadas, consumidas y, producidas en Colombia, 2003-2012 [5]

Para el estudio, se excluyen las cifras de producción y exportación, ya que al revisar estudios anteriores como es el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol.II (Figura 1-1), se encuentra que la producción y exportación de sustancias químicas de uso industrial es mínima en cuanto diversidad de SQI, y este dato realmente no agrega mucho al estudio debido a que la exposición a sustancias químicas se genera principalmente en el consumo de las mismas, por eso se realizó el enfoque en el consumo e importación de las mismas. Sin embargo, con el fin de cumplir el objetivo, en el Anexo 5.3 se muestran las cifras de importación, exportación, consumo y producción de algunas de las principales sustancias priorizadas [13]

Luego de ver las cifras de consumo, se puede realizar la segregación por departamento, por corredor industrial y por CIIU, permitiendo conocer la distribución de las sustancias químicas a nivel nacional. Con esta información se podría generar un perfil de riesgo ambiental que existe en el país; también se podría generar el perfil de generación de residuos peligrosos a partir de dicha información, entre otros estudios de interés.

La información consignada en la EAM [19], del DANE, se filtró bajo las restricciones del DANE, puesto que por reserva estadística no se puede extraer información en la cual haya menos de 3 empresas que manejen una misma sustancia, información de petróleo crudo

u otras sustancias especiales¹⁴, tampoco son reportados datos de productos cuyo flujo en el país haya sido inferior a las 3 toneladas, estos son los principales sesgos que presenta la encuesta en cuestión.

La información consignada por la DIAN [20], no presenta tantos sesgos como la información del DANE; posee información clara en cuanto los departamentos y NIT de las empresas a las cuales entra la SQI, pero no presenta una segunda distribución clara como el CIIU (Anexo 5.2), aunque está se podría obtener al estudiar cada dato de forma puntual. Es necesario mencionar que dichas bases de datos no son homologables al 100%, debido a que ambas codificaciones presentan diferentes sustancias.

1.2 Conceptos básicos para la clasificación de las sustancias químicas de uso industrial

La clasificación de las sustancias químicas de uso industrial se realizó con base en los datos relacionados con los tres componentes mencionados anteriormente, por su movilidad en elementos ambientales, de acuerdo a los umbrales de exposiciones límite y las enfermedades que estas ocasionan y según la clasificación de peligros en el Sistema Globalmente Armonizado. A continuación, se explican los tres componentes.

1.2.1 Clasificación de las sustancias químicas de uso industrial con base en las propiedades fisicoquímicas asociadas con la movilidad en elementos ambientales.

Es posible evaluar el potencial de riesgo ambiental que pueda generar una SQI con base en la estructura molecular de la misma y así estimar la movilidad de esta en un medio; esta movilidad se define a partir de propiedades fisicoquímicas y los elementos ambientales que pueda afectar como son el agua, el aire, el suelo, la biota animal y vegetal. [21]

¹⁴ Sustancias de carácter confidencial de la cual no se daba información.

Para escoger el puntaje de la priorización por factor de movilidad se recopiló la información de las propiedades de las sustancias químicas puras asociadas a la afinidad en elementos ambientales como son los valores de solubilidad en agua, volatilidad a partir de la constante de Henry, adsorción en el suelo con base en el coeficiente de partición de carbono orgánico, adsorción en el tejido animal y vegetal según el coeficiente de partición octanol-agua y octanol-aire [22] y la biodegradación en el agua la cual depende de diversos factores como la población microbiana, pH, temperatura, enzimas microbianas entre otras [23]. Estos valores definen la afinidad de la sustancia química en el agua, aire, suelo, la biota animal y vegetal. Para el índice de movilidad ambiental se tiene en cuenta las variables presentadas en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3. Variables de movilidad o afinidad ambiental de las SQI en los elementos ambientales [24]

Elemento ambiental	Propiedad fisicoquímica	Unidades de las variables
Agua	Solubilidad	g/l
Aire	Constante de Henry	Atm/(m ³ *mol)
Suelo	Coeficiente de partición carbono orgánico	---
Biota Animal	Coeficiente de partición octanol- agua	---
Biota Vegetal	Coeficiente de partición octanol- Aire	---
Agua presentada como Índice de biodegradación	Tiempo de vida en días	Días

1.2.2 Clasificación de las sustancias químicas de uso industrial de acuerdo con los umbrales de exposiciones límite y las enfermedades que estas ocasionan

En la clasificación de sustancias químicas por salud ocupacional se tuvo en cuenta la exposición a las sustancias químicas por parte del trabajador; la exposición puede llegar a causar problemas y efectos adversos a la salud dependiendo de la concentración de las sustancias químicas, este límite es denominado Valor Umbral Límite VUL(en inglés TLV Threshold limit value) [25].

El valor umbral límite es la concentración máxima permitida en el aire para exposición de trabajadores, se encuentra cuantificado en partes por millón (ppm) o en mg/m³. Según la ACGIH¹⁵ (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales), existen los siguientes TLV's: TWA, STEL y CEILING. Los adoptados por la legislación colombiana en la resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social [26] se encuentran a continuación en la Tabla 1-4.

Tabla 1-4. Valores límite para sustancias químicas [27]

Límites máximos de exposición ocupacional	
TWA (time-weighted average):	Concentración máxima ponderada para trabajos de 8 horas diarias y 40 semanales.
STEL (short time exposure limit):	Límite de exposición de corto tiempo, que no se debe exceder cuando se trabaja por periodos cortos de 15 minutos, con una frecuencia máxima de 4 veces por día dejando espacios de 1 hora entre exposición y exposición.
TLV-C (ceiling):	Concentración instantánea a la cual no se debe exceder en un momento alguno durante una exposición un trabajador.

¹⁵ American Conference of Governmental Industrial Hygienists; en español: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales [91]

1.2.3 Clasificación de las sustancias químicas de uso industrial con base en los peligros designados por el Sistema Globalmente Armonizado

El Sistema Globalmente Armonizado diseñado por las Naciones Unidas en búsqueda de la armonización de peligros y la unificación de criterios de peligro de las sustancias químicas plantea 3 clasificaciones de peligros, los cuales son peligros a la salud, peligros físicos y peligros ambientales como se muestran en la Tabla 1-5, Tabla 1-6 y Tabla 1-7 respectivamente. De esta clasificación se priorizaron las sustancias químicas con base en el grado de peligro.

Los peligros a la salud son peligros que por diversos estudios se ha establecido que puede afectar los diferentes tejidos, órganos y sistemas del ser humanos, esto se evalúan desde las diferentes vías de acceso.

Tabla 1-5. Peligros a la salud según el Sistema Globalmente Armonizado [28] [29]


Descripción del peligro	Categorías de peligro	Pictograma
Toxicidad aguda por ingestión	1,2 y 3(mortal y tóxico)	
	4(nocivo)	
	5(puede ser nocivo)	Sin pictograma
Toxicidad aguda por vía cutánea	1,2 y 3(mortal y tóxico)	
	4(nocivo)	
	5(puede ser nocivo)	Sin pictograma
Toxicidad aguda por inhalación	1,2 y 3(mortal y tóxico)	
	4(nocivo)	
	5(puede ser nocivo)	Sin pictograma
Corrosión/irritación cutánea	1A,1B y 1C (quemaduras graves)	
	2(irritación cutánea)	
	2(leve irritación cutánea)	Sin pictograma

Tabla 1-5 (continuación). Peligros a la salud según el Sistema Globalmente Armonizado [28] [29]







Descripción del peligro	Categorías de peligro	Pictograma
Lesiones oculares graves/ irritación ocular	1 (lesiones graves)	
	2A (irritación grave)	
	2B (irritación)	Sin pictograma
Sensibilización respiratoria	1 (puede provocar reacción alérgica), 1A y 1B (puede provocar alergia o asma)	
Sensibilización cutánea	1 (puede provocar reacción alérgica), 1A y 1B (puede provocar alergia o asma)	
Mutagenicidad en células germinales	1A y 1B (puede provocar defectos genéticos)	
	2 (susceptible de provocar defectos genéticos)	
Carcinogenicidad	1A y 1B (puede provocar defectos cáncer)	
	2 (susceptible de provocar defectos cáncer)	
Toxicidad para la reproducción	1A y 1B (puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto)	
	2 (susceptible de perjudicar la fertilidad o dañar el feto)	
	Adicional (puede ser nocivo para lactantes)	Sin pictograma

Tabla 1-5(continuación). Peligros a la salud según el Sistema Globalmente Armonizado [28] [29]

Descripción del peligro	Categorías de peligro	Pictograma
Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición única	1 y 2 (provoca daños y puede provocar)	
	3 (puede irritar o provocar somnolencia)	
Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición repetidas	1 y 2 (provoca daños y puede provocar)	
Peligro por aspiración	1 y 2 (Puede ser mortal y poder ser nocivo)	

Los peligros físicos son aquellos peligros que pueden afectar físicamente tanto a la salud humana, al medio ambiente como a la infraestructura de un laboratorio u otros objetos fabricados por él hombre.

Tabla 1-6. Peligros físicos según el Sistema Globalmente Armonizado [28] [29]








Descripción del peligro	Categorías de peligro	Pictograma
Explosivos	1,2 y 3 (peligro de explosión e incendio)	
Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente	A, B, C, D, E y F (puede explotar e incendiarse)	
Gases inflamables (incluidos los gases químicamente inestables)	1,2, A, B (inflamable, puede explotar)	
Aerosoles	1,2 y 3 (inflamable, puede explotar)	
Líquidos inflamables	1,2,3 y 4 (líquidos y vapores inflamables y combustibles)	
Sólidos inflamables	1,2 (inflamable)	
Explosivos insensibilizados	A, B, C, D, E y F (puede explotar o incendiarse)	
Líquidos pirofóricos	1 (se inflama espontáneamente con el aire)	
Sólidos pirofóricos	1 (se inflama espontáneamente con el aire)	
Peróxidos orgánicos	A, B, C, D, E y F (puede explotar o incendiarse)	
Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	A, B, C, D, E, 1 y 2 (pueden explotar, calentarse o incendiarse)	
Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	1, 2 y 3 (puede inflamarse y desprender gases inflamables)	

Tabla 1-6 (continuación). Peligros físicos según el Sistema Globalmente Armonizado [28]
[29]

Descripción del peligro	Categorías de peligro	Pictograma
Gases comburentes	1, (puede explotar o generar incendio)	
Líquidos comburentes	1,2 y 3 (puede explotar o generar incendio)	
Sólidos comburentes	1,2 y 3 (puede explotar o generar incendio)	
Sustancias y mezclas corrosivas para los metales	1 (Corrosivo)	
Gases a presión	Gas comprimido licuado disuelto y licuado refrigerado (puede explotar)	

Los peligros al medio ambiente son aquellos que pueden afectar al medio ambiente acuático o a la capa de ozono, se puede decir que el Sistema Globalmente Armonizado no hace mucho énfasis en este peligro, debido a que los tipos de peligros y categorías de peligros son muy pocas, el peligro al medio ambiente podría ser ampliado debido a que se tienen en cuenta muchas variables como criterios para definir solo un tipo de peligro, mientras que el peligro para la capa de ozono, solo tiene como criterio a las sustancias químicas que se encuentran en el Protocolo de Montreal o mezclas de las mismas, sin dar otro criterio de evaluación.

Tabla 1-7. Peligros al medio ambiente según el Sistema Globalmente Armonizado [28]
[29]

Descripción del peligro	Categorías de peligro	Pictograma
Peligro para el medio ambiente acuático	1,2,3 (tóxico para organismos acuáticos)	
	3 y 4 (nocivo o puede ser nocivo)	Sin pictograma
Peligro para la capa de ozono	1(puede causar daños a la salud pública y al medio ambiente)	

Cada uno de estos peligros posee sub-categorías y definiciones muy concretas establecidas en el Sistema Globalmente Armonizado, el cual es de libre uso y ofrecido por las Naciones Unidas en diversos idiomas [30]

Cada grupo de peligros (físicos, salud y ambiente) cuenta con varios tipos de peligro, y cada tipo de peligro tiene una serie de categorías acorde a su nivel; normalmente las categorías 1, 2 y 3 son las de nivel mas fuerte, severo o agresivo; mientras que, algunas categorías 3, la 4 y la 5 son las de nivel menos fuerte, severo o agresivo. Cada categoría en el peligro, o nivel de agresividad, esta asociada a una frase H, la cual reúne el estudio y la investigación que por años realizaron expertos para llegar a la conclusión que la sustancia tiene esa categoría de peligro.

2. Capítulo 2: Metodología de priorización de sustancias químicas de uso industrial

Debido a la amplitud de fuentes de información ha sido necesario establecer una metodología en cuanto a la forma como se trabajarán los datos. Algunas bases de datos se encuentran con parámetros diferentes y es necesario mostrar algunos procedimientos que fueron realizados. En la segregación de sustancias químicas se obtuvo como resultado que se presentaron 438 sustancias químicas de uso industrial para el año de estudio 2016(ver Anexo 5.5); la base de datos de la DIAN presenta datos más actuales pero el último reporte presentado por la EAM del DANE fue el del 2016 por esto se tomó ese año.

2.1 Metodología de filtro de datos de las SQI presentadas por la DIAN y el DANE

En este ítem se muestran algunos pasos y dificultades que se encontraron en la cuantificación de las sustancias químicas de uso industrial, dentro de lo establecido en las bases de datos del DANE y DIAN. Para el año establecido se encontraron en las bases de datos 438 SQI puras de las cuales 288 corresponden a la Encuesta Anual Manufacturera (DANE) y 302 al Registro de Declaraciones de Importación y Exportación (DIAN).

2.1.1 Áreas metropolitanas y códigos CIU (DANE)

El DANE, en la Encuesta Anual Manufacturera, relaciona variables socioeconómicas y demográficas con el CPC de las sustancias químicas de uso industrial. Se buscó relacionar la SQI con variables que puedan describir el ambiente donde se consume y la cantidad de consumo. Al analizar estas variables, se definió que una de las que presentan un mayor

aporte de información es el código de las áreas metropolitanas, el cual dice la ubicación del consumo de las sustancias químicas dando a conocer la posible población afectada, las condiciones ambientales y otras variables que pueden llegar a potenciar o mitigar los efectos de las SQI de estudio.

La otra variable de impacto que se destacó del DANE fue la que relaciona a la SQI con el sector industrial CIIU; esta relación puede dar una idea del uso que se le da a la SQI y cuál es el perfil de las personas que se exponen a las mismas, también habla del ciclo de vida que podría tener la sustancia química de uso industrial.

El código CIIU para los sectores industriales funciona con base en el número de dígitos de este siendo, CIIU 1 Dígito: Gran división industrial; CIIU 2 dígitos: División industrial; CIIU 3 dígitos: Agrupación industrial y CIIU 4 dígitos: Grupo industrial. Se amplía la clasificación en el Anexo 5.2.

Con base en lo anterior, las sustancias químicas de uso industrial presentadas en la Encuesta Anual Manufacturera se han clasificado de acuerdo a los códigos asignados a las áreas metropolitanas (ver Tabla 2-1.) y el grupo industriales CIIU (ver Anexo 5.2).

Al realizar el análisis de los datos se presenta un valor denominado #N/A, el cual hace referencia a las sustancias química de uso industrial en que al encuestador del DANE no le reportaron datos del área metropolitana y/o el CIIU que se relaciona con dicha SQI; estos casos suelen pertenecer a distribuidores de baja demanda o municipios en los cuales no se realiza un control estricto y, por ende, al momento de realizar dicha encuesta se genera un sesgo.

Tabla 2-1. Áreas metropolitanas¹⁶ establecidas por el Departamento Nacional de Estadística [31]

Código	Área metropolitana
1	Barranquilla, Soledad, Malambo y Puerto Colombia
2	Bogotá D.C., Tocancipá, Soacha, Mosquera, Cajicá, Sopo, Madrid, Funza, Chía, Sibaté, Cota, Facatativá, La Calera, Zipaquirá, Gachancipá, Bojacá y Tabio
3	Bucaramanga, Girón, Floridablanca, Piedecuesta
4	Cali, Yumbo, Jamundí y Palmira
5	Cartagena
6	Manizales, Chinchiná, Villamaría, Neira y Palestina
7	Medellín, Itagüí, Envigado, Bello, Sabaneta, Girardota, La Estrella, Copacabana, Barbosa y Caldas
8	Pereira, Dos Quebradas, La Virginia y Santa Rosa de Cabal
9	Resto
10	Cúcuta, Los Patios, Villa del Rosario y El Zulia

Para realizar la cuantificación de las SQI se debe resaltar que las unidades de medida en las cuales están reportadas, debido a que los datos se presentan en unidad de medida diferente (de masa, de presión ejercida, de longitud, de área, de unidades vendidas y de valor de compra), evitando de esta forma por realizar una comparación rápida de consumo de sustancias químicas. Por tal motivo fue necesario convertir las unidades reportadas y se establece la unificación de unidades a kilogramos.

¹⁶ Las áreas metropolitanas 11,12 y 13 (con los códigos que aparecen en las bases de datos, correspondientes a las áreas metropolitanas de Villavicencio, Pasto, Montería e Ibagué) se agregan al resto, es decir al código 9.

Cabe resaltar que la extracción de datos especializados en la sala de procesamiento de datos de la EAM presenta dificultades, debido a que es necesario realizar muchos trámites administrativos retrasando la realización de los estudios que se realicen. Además, al momento de extraer los datos, estos solo se permiten retirar luego de ser procesados y se hayan eliminado datos confidenciales, es decir no se pueden retirar matrices con datos que permitan inferir datos confidenciales y no es posible el procesamiento fuera de las instalaciones, limitando así el trabajar libremente con los datos originales. También se resalta que no se puede modificar los resultados obtenidos en caso de errores, por digitación o no haber tenido en cuenta una variable necesaria una vez extraída la información, obligando así al investigador a volver a la sala de procesamiento de datos a realizar el trabajo nuevamente.

2.1.2 Departamentos DIAN

Las bases de datos establecidas por la DIAN o el DANE, permiten identificar el departamento por el cual ingresa la SQI a la empresa, el cual es importante para conocer la posible población afectada, las condiciones ambientales y otras variables que pueden llegar potenciar o mitigar los efectos de las SQI de estudio. Los códigos de los departamentos están consignados en la Tabla 2-2, entre otros datos útiles que brinda la DIAN incluyen NIT¹⁷, la razón social y la dirección de la empresa, pero no se muestran en este trabajo.

¹⁷ NIT: El NIT es el Número de Identificación Tributaria que te asigna la DIAN cuando te inscribes en el registro único tributario (RUT). [90]

Tabla 2-2. Código de Departamentos DIAN [32]

Código	Departamento	Código	Departamento
05	Antioquia	54	Norte de Santander
08	Atlántico	63	Quindío
11	Santa Fe de Bogotá	66	Risaralda
13	Bolívar	68	Santander
15	Boyacá	70	Sucre
17	Caldas	73	Tolima
18	Caquetá	76	Valle
19	Cauca	81	Arauca
20	Cesar	85	Casanare
23	Córdoba	86	Putumayo
25	Cundinamarca	88	San Andrés
27	Chocó	91	Amazonas
41	Huila	94	Guainía
44	Guajira	95	Guaviare
47	Magdalena	97	Vaupés
50	Meta	99	Vichada
52	Nariño		

2.2 Metodología de priorización de datos asociados a las propiedades de sustancias químicas de uso industrial

En esta sección se muestra las fuentes usadas para asignar valores a las SQI establecidas en los listados unificados y cuántas sustancias pudieron ser tabuladas para ser evaluadas con el método.

2.2.1 Clasificación por Movilidad Ambiental

Para seleccionar los valores requeridos de los datos de Movilidad Ambiental se establecieron las variables de solubilidad (sol.(g/L)), constante de Henry($H(\text{atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol})$), logaritmo del coeficiente de adsorción en suelo ($\log(K_{OC})$), coeficiente de partición de octanol-agua($\log(K_{OW})$), el coeficiente de partición octanol-aire ($\log(K_{OA})$) y el tiempo de biodegradación en agua (TB(días)).

Se tomaron en cuenta estas variables con base en la información disponible en bases de datos; se trabajó principalmente con los datos de ECHA¹⁸ y ChemSpider¹⁹, en estas fue donde se encontró mayor información. En algunos casos fueron datos experimentales y en otros fueron determinados a partir de los modelos de estimación listados en la Tabla 2-3. Se exploraron otras bases de datos, pero en la mayoría de casos se devolvía a la misma información, mientras que en otras bases de datos se encontraba información no avalada por las entidades gubernamentales.

Es clave resaltar la base de datos de la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA); esta agencia fue creada en 2007 y tiene como objetivo principal velar por el uso adecuado y el cumplimiento de la legislación asociado a sustancias químicas, siendo también pionera en leyes asociadas a sustancias químicas en pro de la salud humana, medio ambiente, competitividad e innovación en Europa.

¹⁸ ECHA: European Chemical Agency, traducido al español como La Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas, tiene un portal con información relacionada con las sustancias químicas de manejo en la Unión Europea [37]

¹⁹ ChemSpider: Es un portal Web con información relacionada a sustancias químicas creado por la Sociedad Real de Química (Royal Society of Chemistry) [35]

La ECHA también se encarga de otras normativas como son las relacionadas REACH²⁰, clasificado, etiquetado y envasado, reglamento de biocidas entre otras; se encarga además de distribuir información asociadas a sustancias químicas de manera gratuita. La ECHA se compone de representantes de todos los países de la Unión Europea, la Comisión Europea, el Parlamento Europeo y otras partes interesadas. [33]

ChemSpider es una base de datos gratuita y especializada en la estructura química, con el aval de la Royal Society of Chemistry a la cual pertenece; en Chemspider se encuentran datos de revistas indexadas y bases de datos especializadas. [34]

²⁰ REACH: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, traducido al español como Registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas [96]

Tabla 2-3. Listado de modelos de estimación usados en Movilidad Ambiental [35] [36] [37] [38]

Listado de modelos de estimación
KOWWIN TM : calcula el coeficiente de partición octanol-agua de registro, log KOW, de productos químicos mediante un método de contribución de átomos / fragmentos.
ECOSAR TM : El programa de la Clase de Relaciones de Actividad de Estructura Ecológica (ECOSAR) estima la toxicidad acuática de los químicos industriales. El programa estima la toxicidad aguda (a corto plazo) y la toxicidad crónica (a largo plazo o retrasada) para los organismos acuáticos en peces, invertebrados acuáticos y algas verdes, y tiene SAR limitada para otras especies de agua salada y terrestres, siempre y cuando se disponga de los datos
KOAWIN: estima KOA, el coeficiente de partición octanol / aire, utilizando la relación del coeficiente de partición octanol / agua (KOW) de KOWWIN TM y la constante de la Ley de Henry (KAW) adimensional de HENRYWIN TM . KOA tiene múltiples usos en la evaluación química
AEROWIN TM : calcula la fracción de la sustancia transportada por el aire a partículas transportadas por el aire, es decir, el parámetro phi (ϕ), utilizando tres métodos diferentes. Los resultados de AEROWIN TM también se muestran con la salida de AOPWIN TM como una ayuda en la interpretación de este último.
HENRYWIN TM : calcula la constante de la Ley de Henry (coeficiente de partición aire / agua) utilizando los métodos de contribución grupal y contribución de bonos.
WSKOWWIN TM : calcula un coeficiente de partición octanol-agua utilizando el programa KOWWIN TM , luego calcula la solubilidad en agua de un producto químico a partir de este valor y los factores de corrección aplicables, si los hay
BIOWIN TM : calcula la biodegradabilidad aeróbica y anaeróbica de los productos químicos orgánicos utilizando 7 modelos diferentes. Dos de ellos son el Programa de Probabilidad de Biodegradación original (BPP TM). El séptimo y más reciente modelo estima el potencial de biodegradación anaeróbica.
KOCWIN TM : anteriormente llamado PCKOCWIN TM , este programa calcula el coeficiente de sorción de carbono orgánico normalizado para el suelo y los sedimentos; es decir, KOC. La KOC se estima utilizando dos modelos diferentes: el método de conectividad molecular Sabljic con factores de corrección mejorados; y el método tradicional basado en log KOW

Cabe resaltar que los métodos listados en la Tabla 2-3 hacen parte del paquete de EPISuiteTM, el cual es paquete de programas desarrollado por la U.S. Environmental

Protection Agency²¹ (EPA) y la Syracuse Research Corp²² (SRC) [38], la primera siendo la encargada de proteger la salud de los seres humanos, el medio ambiente y los recursos naturales por el gobierno de los Estados Unidos [39] y la segunda una corporación independiente de investigación y desarrollo sin fines de lucro constituida por el estado de Nueva York [40].

En los métodos listados en la Tabla 2-3, se debe tener en cuenta que no funcionan para sustancias con alto peso molecular, con cadenas de carbono muy extensas (cadenas de 40 carbonos), algunas sales orgánicas e inorgánicas y polímeros. También se debe tener en cuenta que no existen valores para algunas sustancias por la naturaleza de las mismas. A causa de lo anterior, 319 de las 438 sustancias puras para análisis fueron clasificadas satisfactoriamente para el estudio. En la Tabla 2-3 se describe brevemente los métodos usados en los modelos de estimación presentados por el Programa de estimación de interfaz- EPISuiteTM.

2.2.2 Clasificación por Salud Ocupacional

Para determinar los parámetros de salud ocupacional de las sustancias químicas puras, se utilizaron los valores sugeridos respecto a los umbrales límite establecidos por el Departamento de Trabajo de los Estados Unidos (United States Department of Labor [41]), el cual hace parte de la OSHA²³ que es una entidad del gobierno de Estados Unidos que desde 1970 se ha encargado de garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para los hombres y mujeres que trabajan, estableciendo y haciendo cumplir las normas y proporcionando capacitación, divulgación, educación y asistencia, siendo pionero en las temáticas de salud ocupacional en mundo. [42]

²¹ EPA: Traducida como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

²² SRC: Corporación Investigativa de Syracuse

²³ OSHA: Occupational Safety and Health Administration, traducido al español como Administración de Seguridad y Salud Ocupacional

Al clasificar las sustancias químicas de uso industrial se tiene que de las 438 sustancias químicas puras solo 293 de estas sustancias se pueden clasificar con valores umbrales límite asociados a características peligrosas relativas a la salud ocupacional.

Sin embargo, con el solo valor numérico obtenido los valores umbrales límite de las sustancias químicas, no es suficiente para relacionar los potenciales peligros a la salud humana debido a que algunos pueden tener umbrales muy bajos o muy altos pero no se relacionan a una patología grave, por tal motivo las 293 SQI identificadas se asocian a enfermedades de origen laboral de esta manera se obtiene un dato que dice directamente si X sustancia química al sobrepasar los umbrales límites establecidos puede ser susceptible a generar cáncer, enfermedades en la piel u otra enfermedad asociada a la exposición de sustancias químicas.

Para ello se utiliza la Tabla de enfermedades laborales, establecida por el Ministerio de Trabajo en el Decreto 1477 de 2014, el cual con base en la CIE 10²⁴ tiene como objeto mostrar los agentes de riesgo, para facilitar la prevención de enfermedades en las actividades laborales y grupos de enfermedades, para determinar el diagnóstico médico en los trabajadores afectados. Este decreto relaciona las sustancias químicas con las enfermedades y viceversa [43]

La Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE) propuesta desde 1930, presenta un listado de enfermedades que tiene como objeto la recolección de datos de estadísticos de morbilidad y mortalidad. La CIE es realizada por la Organización Mundial de la Salud y se encuentra actualmente en su décima versión; aunque la undécima ya se encuentra publicada, no ha entrado a regir todavía. Cabe resaltar que la CIE en su trayectoria ha logrado asociar las enfermedades listadas a agentes químicos, físicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos, siendo los agentes químicos los de interés en el presente trabajo [44]

En la Tabla 2-4 se muestran los 15 grupos de enfermedades laborales establecido por el Decreto 1477 de 2014 asociado a las sustancias químicas; este decreto se basa en la información consignada en la CIE 10 la cual puede utilizarse para clasificar enfermedades

²⁴ Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud Décima Revisión

y otros problemas de salud consignados en muchos tipos de registros vitales y de salud. [45]

Al cruzar las 438 SQI con la tabla de enfermedades clasificadas por grupos o categorías de acuerdo con el Decreto 1477 de 2014, se tienen 145 SQI asociadas a enfermedades. [46].

Tabla 2-4. Tabla de enfermedades clasificadas por grupos o categorías de acuerdo con el Decreto 1477 de 2014, asociadas a SQI. [43] [47] [45]

GRUPO	ENFERMEDAD	ASOCIADA A SUSTANCIAS QUÍMICAS
I	Enfermedades infecciosas y parasitarias	NO
II	Cáncer de origen laboral	SI
III	Enfermedades no malignas del sistema hematopoyético	SI
IV	Trastornos mentales y del comportamiento	SI
V	Enfermedades del sistema nervioso	SI
VI	Enfermedades del ojo y sus anexos	SI
VII	Enfermedades del oído y problemas de fonación	NO
VIII	Enfermedades del sistema cardiovascular y cerebrovascular	SI
IX	Enfermedades del sistema respiratorio	SI
X	Enfermedades del sistema digestivo y el hígado	SI
XI	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	SI
XII	Enfermedades del sistema músculo-esquelético y tejido conjuntivo	SI
XIII	Enfermedades del sistema genitourinario	SI
XIV	Intoxicaciones	SI
XV	Enfermedades del sistema endocrino	SI
	Otras	SI

2.2.3 Clasificación por Sistema Globalmente Armonizado

Se asignaron los peligros según el Sistema Globalmente Armonizado, a las 438 sustancias teniendo como base eChemPortal de la OECD²⁵ [48], en este portal se pueden encontrar fichas de seguridad de sustancias químicas de diversas bases de datos a nivel mundial y a partir de ahí se extraen las frases H²⁶ de las sustancias químicas para así clasificarlas por los peligros y la categoría de peligro que éstas posean y poder priorizar las sustancias químicas que puedan llegar a generar un mayor peligro para la salud.

2.3 Metodología de generación de índices de priorización de Sustancias Químicas de uso Industrial

Los índices de priorización para determinar las sustancias químicas de uso industrial con un mayor potencial de peligro e identificar zonas o sectores altamente vulnerables, se establecieron a partir de la del número máximo de variables que se presenten en cada campo de estudio, y con base a estos se plantean metodologías individuales por índice [49] [50].

En todos los casos de índice de priorización planteados se busca normalizar el valor del índice, es decir que el valor máximo del índice para todos los casos siempre será 1 y el mínimo será 0, también se puede ver como límites porcentuales siendo 1 el 100% y 0 el 0%.

²⁵ Disponible en la página web www.echemportal.org/echemportal/index.action

²⁶ Hazard de la traducción de peligro en inglés

2.3.1 Índices de priorización por consumo interno (DANE) e índices de priorización por sustancias químicas importadas (DIAN)

Priorización por cantidad consumida

La priorización por cantidad consumida no se realizó debido a que la diferencia en tonelaje entre sustancias químicas en algunos casos es tan grande que no hay punto de comparación y esto genera mucho sesgo en los datos entre sustancias químicas que se generan en altas cantidades de toneladas y otras que no. Aun normalizando valores en intervalos de pesos para hacer una priorización, muestra sesgos considerables al relacionar las sustancias químicas de las mismas base DANE.

Priorización por presencia en áreas metropolitanas (I_{AM})

La forma de calcular el índice de priorización por presencia de la SQI en las áreas metropolitanas (I_{AM}) está determinada por la Ecuación (2.1) la cual se basa en el mayor valor obtenido de SQI en áreas metropolitanas, de esta manera se puntúa las sustancias que se presenten en más áreas metropolitanas. Para el año 2016 se tiene que la mayor cantidad de áreas metropolitanas trabajadas fueron 10.

$$I_{AMi} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{AM}}(AM_j)}{\text{Mayor valor obtenido de } \sum_{j=1}^{n_{AM}}(AM_j)} \quad (2.1)$$

Donde

I_{AMi} : es el índice de priorización por área metropolitana para la SQI "i"

Mayor valor obtenido de $\sum_{j=1}^{n_{AM}}(AM_j)$: es el valor de la mayor cantidad de áreas metropolitanas reportadas para el año de estudio.

$\sum_{j=1}^{n_{AM}}(AM_j)$: es la suma de las áreas metropolitanas donde se consume la SQI "i"

Siendo para el caso del ácido acrílico

$I_{AM\text{ácido acrílico}}$: es el índice de priorización por área metropolitana para el ácido acrílico

Mayor valor obtenido de $\sum_{j=1}^{nAM}(AM_j)$: tiene el valor de 10, el cual fue el mayor valor de áreas metropolitanas asociadas a SQI para el año 2016, el cual también es el número total de áreas metropolitanas.

$\sum_{j=1}^{nAM}(AM_j)$: La sumatoria de las áreas metropolitanas donde se consume el ácido acrílico son 3.

Aplicando la Ecuación (2.1) para el ácido acrílico se tiene que el índice de priorización por área metropolitana es de 0,30.

$$I_{AM_{\text{ácido acrílico}}} = \frac{3}{10} = 0,30 \quad (2.1)$$

Este índice tiene como objeto relacionar a la SQI, en este caso el ácido acrílico, con un espacio geográfico de consumo, una ciudad, una población, unas condiciones climáticas dadas; se puede decir en este caso que el 30% de áreas metropolitanas en Colombia consume ácido acrílico y poseen personal expuesto a la misma, ya sea en el transporte, el uso u otro escenario del ciclo de vida de la SQI.

Priorización por presencia en los grupos industriales por Clasificación Industrial Internacional Uniforme acorde a los datos de la EAM del DANE. (I_{CIU})

La determinación del índice de priorización para los grupos industriales CIU se determinó a partir del máximo número de grupos industriales afectados por sustancias químicas potencialmente peligrosas por exposición, que para el año 2016 serían 49 grupos industriales relacionadas a las SQI consumidas y en la Encuesta Anual Manufacturera.

La forma de calcular el índice de priorización por CIU (I_{CIU}) está determinada por la Ecuación (2.2), la cual es similar a la Ecuación (2.1)

$$I_{CIU_i} = \frac{\sum_{j=1}^{nCIU}(CIU_j)}{\text{Mayor valor obtenido de } \sum_{j=1}^{nCIU}(CIU_j)} \quad (2.2)$$

Donde

I_{CIU_i} : es el índice de priorización por grupo industrial CIU para la SQI “i”

Mayor valor obtenido de $\sum_{j=1}^{nCIU}(CIU_j)$: es el valor de la mayor cantidad de sectores industriales reportadas para el año de estudio.

$\sum_{j=1}^{n_{CIIU}}(CIIU_j)$: es la suma de los grupos industriales en los cuales se consume la SQI "i"

Siendo para el caso del ácido nítrico

$I_{CIIU_{\text{ácido nítrico}}}$: es el índice de priorización por grupos industrial CIIU para el ácido nítrico

Mayor valor obtenido de $\sum_{j=1}^{n_{CIIU}}(CIIU_j)$: tiene el valor de 49, el cual fue el mayor valor de grupos industriales CIIU asociadas a SQI para el año 2016

$\sum_{j=1}^{n_{CIIU}}(CIIU_j)$: La sumatoria de los grupos industriales CIIU donde se consume el ácido nítrico son 23

Aplicando la Ecuación (2.2) para el ácido nítrico se tiene que el índice de priorización en los grupos industriales por CIIU es de 0,47.

$$I_{CIIU_{\text{ácido nítrico}}} = \frac{23}{49} = 0,47 \quad (2.2)$$

Este índice tiene como objeto relacionar a la SQI, en este caso el ácido nítrico, con un sector industrial de consumo, un perfil asociado a población que se expone a la SQI, da idea posible uso y ciclo de vida de la SQI, también se puede decir en este caso que el 47% de los sectores industriales CIIU en Colombia consumen ácido nítrico. Al evaluar particularmente los valores CIIU de la SQI brinda más detalle sobre las posibles formas de exposición, por ejemplo para el caso del ácido nítrico, un grupo industrial CIIU lo puede usar como materia prima de su producto, mientras que otro grupo industrial podría usarlo para hacer tratamientos de superficie y otro para hacer titulaciones, en cada uno de los grupos industriales CIIU se tienen diferentes usos y exposiciones; lo mismo con el caso de la acetona, un uso puede ser como solvente y parte del producto (menos exposición), y otro puede ser para limpieza (mayor exposición).

Priorización por cantidad importada

La priorización por cantidad importada, al igual que la cantidad consumida no se realizó debido a que la diferencia en tonelaje entre sustancias en algunos casos es tan grande que no hay punto de comparación y esto genera mucho sesgo en los datos.

Priorización por importación hacia los departamentos. (I_{DEP})

La forma de calcular el índice de priorización de la SQI por importación hacia los departamentos del país (I_{DEP}) está determinada por la Ecuación (2.3), de esta manera se puntúa las sustancias que se importan a cada departamento. Para el año de estudio se tiene que la mayor cantidad de departamentos que importaron sustancias químicas de uso industrial fueron 13, dejando ver que en Colombia la industria química está muy limitada.

$$I_{DEPi} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{DEP}} (DEP_j)}{\text{Mayor valor obtenido de } \sum_{j=1}^{n_{DEP}} (DEP_j)} \quad (2.3)$$

Donde

I_{DEPi} : es el índice de priorización por departamento para la SQI "i"

Mayor valor obtenido de $\sum_{j=1}^{n_{DEP}} (DEP_j)$: es el valor de la mayor cantidad de departamentos reportados para el año de estudio.

$\sum_{j=1}^{n_{DEP}} (DEP_j)$: es la suma de los departamentos en los cuales se importa la SQI "i"

Siendo para el caso de la acetona:

$I_{DEP_{acetona}}$: es el índice de priorización por departamento para la acetona

Mayor valor obtenido de $\sum_{j=1}^{n_{DEP}} (DEP_j)$: tiene el valor de 13, el cual fue el mayor valor obtenido asociado a la importación SQI para el año 2016

$\sum_{j=1}^{n_{DEP}} (DEP_j)$: La sumatoria de los departamentos donde se importa la acetona es 6

Aplicando la Ecuación (2.3) para la acetona se tiene que el índice de priorización por departamento de importación es de 0,46.

$$I_{DEP_{acetona}} = \frac{6}{13} = 0,46 \quad (2.3)$$

Este índice tiene como objeto relacionar a la SQI, en este caso la acetona, con un departamento que demanda la importación de la misma, con esto se puede decir que la acetona se expone al tráfico aéreo o terrestre, hasta cierto departamento desde los

diferentes puertos. También se puede ver en qué espacio geográfico se consume, un departamento, una población y unas condiciones climáticas dadas. Con lo anterior se mencionan dos etapas clave del ciclo de vida: el tránsito y almacenamiento; en ambos casos las SQI se puede relacionar a posibles accidentes o eventos tecnológicos como derrames, fugas, explosiones o incendios. El que la acetona se consuma en 6 de 13 departamentos, implica tener elementos en los planes de contingencia para un número importante de departamentos.

2.3.2 Índices de priorización por Movilidad Ambiental

Para determinar el Índice de Priorización de Movilidad Ambiental se recopiló la información de las sustancias químicas puras de uso industrial, de los valores de solubilidad (sol.(g/L)), constante de Henry($H(\text{atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol})$), logaritmo del coeficiente de adsorción en suelo($\log(K_{OC})$), coeficiente de partición de octanol-agua($\log(K_{OW})$), el coeficiente de partición octanol-aire($\log(K_{OA})$) y el tiempo de biodegradación en agua en días (TB). Estos valores definirán la afinidad de la sustancia química en el agua, aire, suelo, la biota animal, la biota vegetal y el potencial de biodegradación respectivamente. Como se muestra en la Tabla 2-5 [51] [24].

Tabla 2-5. Afinidad de las sustancias químicas en los elementos ambientales [51] [24]

	Agua	Aire	Suelo	Biota Animal	Biota Vegetal	Biodegradación En agua(d)	Puntaje primario
Afinidad	Sol(g/L)	Henry(atm-m ³ /mol)	Log (K _{OC})	Log (K _{OW})	Log (K _{OA})	TB	
Alta	>1	>10	>5	>5	>8	<4,1	5
Media alta	10 ⁻² -1	10 ⁻¹ -1	4-5	3,5-5	7-8	4,1-8,67	4
Media	10 ⁻³ -10 ⁻²	10 ⁻² -10 ⁻¹	2-4	3-3,5	5-7	8,67,-15,3	3
Media baja	10 ⁻⁵ -10 ⁻³	10 ⁻⁴ -10 ⁻²	1-2	1-3	4-5	15,3-60,2	2
Baja	<10 ⁻⁵	<10 ⁻⁴	<1	<1	<4	>60,2	1

La forma de calcular el índice de priorización del Movilidad Ambiental está determinada por la Ecuación (2.4) y los valores de importancia que se muestran en la Tabla 2-6. Para determinar el índice de priorización de Movilidad Ambiental (I_{MA}) se multiplica el valor del factor de importancia por el puntaje primario cada elemento ambiental y posteriormente se normaliza dividiendo por el mayor valor obtenido en el numerador.

$$I_{MAi} = \frac{(PP_{agua} * X_{agua} + PP_{aire} * X_{aire} + PP_{suelo} * X_{suelo} + PP_{BA} * X_{BA} + PP_{BV} * X_{BV} + PP_{TB} * X_{TB})}{\text{Mayor valor obtenido de en la base de datos}(PP_{agua} * X_{agua} + PP_{aire} * X_{aire} + PP_{suelo} * X_{suelo} + PP_{BA} * X_{BA} + PP_{BV} * X_{BV} + PP_{TB} * X_{TB})} \quad (2.4)$$

Donde

I_{MAi} : es el índice de priorización por movilidad ambiental.

PP_x : indica el puntaje primario por cada uno de los 6 elementos ambientales presentados en la Tabla 2-5; estos puntajes primarios varían de 1 a 5 con base en la tabla.

X_x : indica el valor de importancia de cada uno de los puntajes primarios de acuerdo con lo establecido en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6. Valores de factor de importancias para los valores de afinidad a los elementos ambientales

Elemento ambiental	Valor de importancia
Afinidad del agua (X_{agua})	0,10
Afinidad del aire (X_{aire})	0,30
Afinidad del suelo (X_{suelo})	0,15
Afinidad a la biota animal (X_{BA})	0,20
Afinidad a la biota vegetal (X_{BV})	0,20
Biodegradabilidad en agua en días (X_{TB})	0,05

Se da un mayor valor de importancia a los elementos ambientales que están ligados las vías de entrada de los contaminantes al organismo; la vía respiratoria es la más importante ya que las sustancias químicas inhaladas entran a los pulmones y de allí directamente a la sangre, una vez en la sangre, este es el medio para generar una exposición interna en todos los órganos (pulmones, corazón, páncreas, hígado, riñones etc), por tal motivo se le da una mayor importancia al aire el cual se liga a la constante de Henry. En estas sustancias que se inhalan inclusive se podría arrastrar algunos vapores y partículas sólidas incrementando el daño al organismo. [52]

Luego se tienen en cuenta la afinidad a la biota animal y vegetal, ligados al Log (K_{ow}) y Log (K_{oa}), pues estos representan la capacidad de una sustancia de bioacumularse en una especie o biomagnificarse en una cadena trófica, en la que la cima de la cadena (valores máximos de acumulación) puede ser el hombre. La acumulación se da inicialmente en los tejidos para posteriormente generar daños a los órganos. Es importante destacar esta afinidad ambiental porque afecta directamente a los seres humanos, animales y plantas, reflejándose en efectos adversos a la salud, al medio ambiente e inclusive en los alimentos que se podría llegar a ingerir [53].

Un valor alto de K_{OW} indica una solubilidad alta en octanol y baja o nula en agua, lo que indica también que, al no ser soluble en agua, la sustancia no puede ser eliminada en la orina o el sudor, por lo que se bioacumula en el tejido graso de la especie, o se biomagnifica en las especies mayores de una cadena trófica, generando enfermedades en cada uno de los eslabones de la misma.

La afinidad al suelo dice la capacidad de ser adsorbido por el mismo, mostrando el potencial de sustancias químicas en convertirse en unos contaminantes del suelo y en sedimentos acuáticos. Esto es importante porque puede llegar a afectar hogares y otros suelos reteniendo contaminantes que poco a poco se pueden ir volatilizand posteriormente afectando las vías respiratorias [54].

Para la solubilidad, ligada a la afinidad al agua, se tiene un valor de importancia de 0,10, el cual está sujeto a la capacidad de una sustancia de disolverse en los diversos cuerpos de agua y llegar de esta manera a afectar al medio ambiente. También muestra una alta relación con la ingesta de agua y de alimentos, lo cual puede ser altamente peligroso para la salud. A diferencia de las sustancias químicas inhaladas, las que entran vía ingestión sufren un proceso más demorado para llegar a la sangre, de hecho, buena parte de la sustancia puede ser eliminada en las heces y la orina antes de llegar a la sangre o es posible que, al ser metabolizados algunos contaminantes, pierdan sus características de peligro. Otra ventaja que se tiene es que si su solubilidad es alta el contaminante puede ser más fácil de eliminar por la orina o el sudor [55].

Por último, se tiene la biodegradación ($X_{TB}=0,05$) la cual está tabulada con la intención de resaltar las sustancias químicas con mayor dificultad de biodegradarse en el agua afectando según sus peligros a los diferentes organismos que se encuentran en ella. Esta variable muestra resultados que no afectan directamente al hombre, pero si son de interés ambiental.

Como ejemplo se toma el Dodecibenceno y se toman los datos de las Tabla 2-5 para cada uno de los parámetros analizados así (Tabla 2-7):

Tabla 2-7. Datos de movilidad en elementos ambientales para el dodecibenceno

Elemento ambiental	Valor	Puntaje primario
Agua(solubilidad(g/L))	0,00001	2
Aire (Henry(atm-m ³ /mol))	0,1393	4
Suelo (Log (K _{OC}))	5,373	5
B. Animal (Log (K _{OW}))	8,65	5
B. Vegetal (Log (K _{OA}))	7,911	4
Biodegradación en agua(días)	15	3

El índice de movilidad para el dodecibenceno se calcula de la siguiente manera, usando la Ecuación (2.4):

$$I_{MA_{dodecibenceno}} = \left(\frac{(2 * 0,1) + (4 * 0,3) + (5 * 0,15) + (5 * 0,2) + (4 * 0,2) + (3 * 0,05)}{4,1} \right) = 1,00 \quad (2.4)$$

En este índice de priorización de movilidad ambiental, el dodecibenceno es la sustancia con mayor valor para el índice de movilidad ambiental, por lo tanto, muestra un índice de 1, esta sustancia química muestra tener gran facilidad de entrar por las vías respiratorias y acumularse en el organismo. Al analizar el Dodecibenceno se tiene que puede ser muy tóxico para el medio ambiente y puede causar irritación en la piel al ser humano, se observa que no es una sustancia química con un alto grado de peligro, pero si está ligado a varias enfermedades de origen laboral, al pertenecer a los bencenos es una sustancia que al reaccionar y perder su ramificación podría llegar a ser altamente nociva debido a su estructura.

Se realiza la aclaración de que en algunos casos no hay información para los valores de los puntajes primarios o esta es prácticamente nula, en estos se le asignó un puntaje primario de 1, ya que según lo investigado en las otras fuentes como fichas de seguridad y algunos textos académicos, se encontraban en su mayoría valores que corresponderían

a un puntaje primario de 1, sin embargo, solo la información obtenida de las bases de datos anteriormente mencionada.

2.3.3 Índices de priorización por Salud Ocupacional

Para la priorización por índice de salud ocupacional se tuvo en cuenta valores de importancia por cada categoría de enfermedad asociada a la salud ocupacional; se realizó la asignación de un factor de 0,402 o un 40,2% de importancia para las SQI asociadas a la categoría de enfermedad Cáncer de Origen Laboral en la ponderación y las otras se les dio un factor de importancia equitativo. Este porcentaje también se fundamenta en la Resolución 0312 de 2019 del Ministerio del Trabajo, en esta se establece en el capítulo 3 que ya es mandatorio identificar y hacer explícito si se trabaja con sustancias carcinogénicas grados 1 y 2 y con sustancias de toxicidad aguda según SGA en las categorías 1 y 2, para empresas con más de 50 trabajadores clasificadas con riesgo I,II,III, IV y V y para empresas de menos de 50 trabajadores clasificadas en riesgo IV y V. [56]

La forma de calcular el índice de priorización por salud ocupacional está determinada por la Ecuación (2.5) y la Tabla 2-8, las cuales se muestran continuación. Para determinar el índice de priorización de salud ocupacional (I_{SO}) se multiplica el valor del factor de importancia (X_{SO}) por el número de enfermedades relacionadas con una categoría de enfermedad según el Decreto 1477 de 2014 (SA) y se normalizan los valores.

$$I_{SOi} = \frac{\sum_{j=1}^{nSA} (X_{SOj} * SA_j)}{\text{Mayor valor obtenido de } \sum_{j=1}^{nSA} (X_{SOj} * SA_j)} \quad (2.5)$$

Donde

I_{SOi} : es el índice de salud ocupacional para la SQI "i"

SA_j : número de enfermedades asociadas a una categoría de enfermedad

X_{SOj} : Valor de importancia de cada categoría de enfermedad

$\sum_{j=1}^{nSA} (X_{SOj} * SA_j)$: es la sumatoria de cada enfermedad asociadas a la SQI "i" (SA) multiplicado por el factor de importancia (X_{SO}) de acuerdo con la categoría de la enfermedad (ver Tabla 2-8)

Mayor valor obtenido de $\sum_{j=1}^{nSA}(X_{soj} * SA_j)$: es el mayor valor obtenido de la variable anterior con base en las 145 SQI que fueron clasificadas, para el año de estudio fue de 9,316.

Tabla 2-8. Valores de factor de importancia para las enfermedades clasificadas por grupos o categorías de acuerdo al Decreto 1477 de 2014 (X_{so}), con base en la OMS²⁷ [45]

Categoría de la enfermedad según el Decreto 1477 de 2014	X_{so}
Cáncer de origen laboral	0,402
Enfermedades no malignas del sistema hematopoyético	0,046
Sistema endocrino	0,046
Trastornos mentales y del comportamiento	0,046
Enfermedades del sistema nervioso	0,046
Enfermedades del ojo y sus anexos	0,046
Enfermedades del sistema cardiovascular y cerebro vascular	0,046
Enfermedades del sistema respiratorio	0,046
Enfermedades del sistema digestivo y el hígado	0,046
Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	0,046
Enfermedades del sistema músculo-esquelético y tejido conjuntivo	0,046
Enfermedades del sistema genitourinario	0,046
Intoxicaciones	0,046
Otras	0,046

Para realizar la muestra de cálculo se utiliza el yodo y se listan los datos en la Tabla 2-9.

²⁷ Organización Mundial de la Salud

Tabla 2-9. Datos asociados a las enfermedades clasificadas por grupos o categorías de acuerdo al Decreto 1477 de 2014, para el yodo como SQI de ejemplo

Categoría de la enfermedad según el Decreto 1447 de 2014	X _{SO}	SA
Cáncer de origen laboral	0,402	0
Enfermedades no malignas del sistema hematopoyético	0,046	0
Sistema endocrino	0,046	0
Trastornos mentales y del comportamiento	0,046	0
Enfermedades del sistema nervioso	0,046	0
Enfermedades del ojo y sus anexos	0,046	2
Enfermedades del sistema cardiovascular y cerebro vascular	0,046	0
Enfermedades del sistema respiratorio	0,046	8
Enfermedades del sistema digestivo y el hígado	0,046	0
Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	0,046	9
Enfermedades del sistema músculo-esquelético y tejido conjuntivo	0,046	0
Enfermedades del sistema genitourinario	0,046	0
Intoxicaciones	0,046	1
Otras	0,046	0

Aplicando la Ecuación (2.5) para el yodo se tiene que el índice de priorización por salud ocupacional es de 0,92

$$I_{SO,yodo} = \frac{(0,046 * 2) + (0,046 * 8) + (0,046 * 9) + (0,046 * 1)}{9,32} = 0,10 \quad (2.5)$$

El índice de priorización anterior indica en que porcentaje está asociada la SQI a enfermedades de origen laboral, priorizando el cáncer con un mayor factor de importancia. El valor de 0,10 para el yodo indica que realmente esta sustancia está asociada a pocas enfermedades, se tiene 9 enfermedades asociadas a la piel y tejido subcutáneo, como por ejemplo dermatitis alérgica por contacto a adhesivos, drogas, alimentos, cosméticos u otros agentes químicos que puedan tener cierto porcentaje de yodo. También se destaca

la influencia de la misma en el sistema respiratorio ya que se asocia a 8 enfermedades entre ellas Bronquitis, Laringotraqueitis aguda, Edema pulmonar químico entre otras enfermedades el sistema respiratorio, este índice básicamente muestra el porcentaje de enfermedades que se puede llegar a adquirir por la alta exposición a SQI, al mismo tiempo resalta la importancia de los equipos de protección personal.

2.3.4 Índices de priorización por Sistema Globalmente Armonizado

El índice de priorización de sustancias químicas por Sistema Globalmente Armonizado se determina a partir de los 3 componentes de peligrosidad, los cuales son peligros físicos A_{PF} , peligros a la salud A_{PS} y peligros al medio ambiente A_{PA} . Para esto se tomará como base lo establecido en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II, pero asignando un mayor valor a los peligros a la salud humana, priorizando como se ha trabajado en los otros índices los efectos adversos al ser humano, Tabla 2-10.

Tabla 2-10. Ponderación de Valores para los componentes de peligro según el SGA. [5]

Componente de peligro	Valores de ponderación por componente
A_{PF}	0,40
A_{PS}	0,50
A_{PA}	0,10

Se establece la Ecuación (2.6) para determinar el índice de priorización de sustancias químicas por peligros asociados al Sistema Globalmente Armonizado

$$I_{SGAi} = ((A_{PF} * I_{PF_i}) + (A_{PS} * I_{PS_i}) + (A_{PA} * I_{PA_i})) \quad (2.6)$$

Donde

I_{SGAi} : se define como el índice de priorización para la sustancia química "i"

A_{PS}, A_{PF}, A_{PA} : se definen como los valores de ponderación para componente de peligro para las 3 clases de peligros que plantea el Sistema Globalmente Armonizado, peligros a la salud, físicos y al medio ambiente respectivamente.

I_{PS}, I_{PF}, I_{PA} : Se definen como los índices de priorización por peligro a la salud, físicos y al medio ambiente respectivamente.

Se toman del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II las siguientes ecuaciones para determinar los índices de peligro físico (I_{PF}) (Ecuación (2.7)), peligro al medio ambiente (I_{PA}) (Ecuación (2.8)) y peligros a la salud (I_{PS}) (Ecuación (2.9)), con sus respectivos valores de importancia, listados en las Tablas 2-12, 2-13 y 2-14.

$$I_{PFj} = \sum_{i=1}^{n_{PF}} X_{PFi} * PF_i \quad (2.7)$$

$$I_{PAj} = \sum_{i=1}^{n_{PA}} X_{PAi} * PA_i \quad (2.8)$$

$$I_{PSj} = \sum_{i=1}^{n_{PS}} X_{PSi} * PS_i \quad (2.9)$$

Los 3 índices por peligro, presentan la misma estructura en la ecuación donde:

$I_{PFj}, I_{PAj}, I_{PSj}$: se definen como los índices de priorización por peligros físicos, al medio ambiente y a la salud respectivamente, para una SQI "j"

$X_{PFi}, X_{PAi}, X_{PSi}$: se definen como los valores del factor importancia de los peligros físicos, al medio ambiente y a la salud respectivamente (Tabla 2-12, Tabla 2-13, Tabla 2-14).

PF_i, PA_i, PS_i : se definen como el valor asignado a los peligros físicos, al medio ambiente y a la salud respectivamente, con base a su categoría como se muestra en ejemplo de la Figura 2-1; estos datos se toman de los anexos 12, 13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias

Químicas Vol. II (Anexo 5.4), faltando únicamente por definir los Explosivos insensibilizados (ver Tabla 2-11) ya que no están contemplados en el perfil. [57].

Clase de peligro	Líquidos inflamables				
Categoría	1	2	3	4	No clasificado
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Líquido y vapores extremadamente inflamables	Líquido y vapores muy inflamables	Líquido y vapores inflamables	Líquido combustible	No hay indicación de peligro
Frase H	224	225	226	227	No hay frase
Valor asignado al PF_i peligro físico: inflamable	1	0,75	0,5	0,25	0

Figura 2-1. Recorte de la Tabla 11 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II, ejemplo de la forma como se definen los valores asignados a los peligros físicos, ambientales o sobre la salud. Caso peligros físicos: líquidos inflamables [5].

Tabla 2-11. Valores asignados al peligro físico explosivos insensibilizados. [28]

Explosivos insensibilizados				
Categoría	1	2	3	4
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Atención	Atención
Frase de peligro	Peligro de incendio, explosión o proyección; mayor riesgo de explosión si se reduce el agente desensibilizante	Riesgo de incendio o proyección; mayor riesgo de explosión si se reduce el agente desensibilizante	Riesgo de incendio o proyección; mayor riesgo de explosión si se reduce el agente desensibilizante	Peligro de incendio; mayor riesgo de explosión si se reduce el agente desensibilizante
Criterio de categoría	Explosivos desensibilizados con una tasa de combustión corregida (Ac) igual o superior a 300 kg / min pero no más de 1200 kg / min	Explosivos desensibilizados con una tasa de combustión corregida (Ac) igual o superior a 140 kg / min pero no más de 300 kg / min	Explosivos desensibilizados con una tasa de combustión corregida (Ac) igual o superior a 60 kg / min pero no más de 140 kg / min	Explosivos desensibilizados con una tasa de combustión corregida (Ac) inferior a 60 kg / min
Valor PF asignado	1	0,75	0,50	0,25

A continuación, se presentan las tablas que relacionan los factores de importancia relativo a los peligros físicos, peligros a la salud y peligros al medio ambiente; con base en estas tablas se muestra el cálculo de los índices asociados al Sistema Globalmente Armonizado para el propileno. En la Tabla 2-12 se encuentra una propuesta modificada con base en la metodología sugerida por el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol II, debido a que el Sistema Globalmente Armonizado aumento la cantidad de peligros físicos en la Revisión 7 de 2017.

Tabla 2-12. Valores del factor de importancia relativa a los peligros físicos [5] [28]

Peligros físicos	X_{PF}
Explosivos	0,18
Gases Inflamables	0,02
Aerosoles	0,04
Gases Comburentes	0,05
Gases a Presión	0,05
Líquidos Inflamables	0,10
Sólidos Inflamables	0,10
Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente	0,10
Líquidos pirofóricos	0,05
Sólidos pirofóricos	0,05
Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	0,03
Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables	0,05
Líquidos comburentes	0,05
Sólidos comburentes	0,05
Peróxidos orgánicos	0,05
Sustancias y mezclas corrosivas para metales	0,02
Explosivos desensibilizados	0,01

Aplicando la Ecuación (2.7) se determina el índice por peligro físico para el propileno de la siguiente manera, este solo posee dos peligros físicos relacionados con ser un gas licuado de categoría 1 y un gas inflamable categoría 1:

$$I_{PF_j} = \sum_{i=1}^{n_{PF}} X_{PF_i} * PF_i \quad (2.7)$$

$$I_{PF_{propileno}} = (0,02 * 1) + (0,05 * 1) = 0,07 \quad (2.7)$$

Tabla 2-13. Valores del factor de importancia relativa a los peligros al medio ambiente [5]

Características de peligros y propiedades de interés ambiental	X _{PA}
Peligros a corto Plazo para el medio ambiente acuático	0,35
Peligros para la capa de ozono	0,00
Persistencia	0,35
Bioacumulación	0,30

En la Tabla 2-13 es necesario aclarar que se introdujeron variables que no están contempladas en el Sistema Globalmente Armonizado de acuerdo a lo planteado en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II, esto se debe a que el SGA se tiene muy pocos peligros asociados al medio ambiente. Los peligros a la capa de ozono según el SGA, solo tendrían las sustancias químicas que se encuentran en el Protocolo de Montreal las cuales en principio no deberían aparecer en el inventario por sus restricciones, sin embargo, al revisarlo se encuentran 2 (TCC y bromuro de metilo) para este año, al revisar se tuvieron permisos especiales para el uso de éstas, debido a que las otras sustancias no pertenecen al protocolo no tendrán esta característica de peligro, por lo tanto, si se le da un valor a este solo le restaría importancia a las otras; además, el objetivo es este trabajo es también hacer visible algunas sustancias químicas que han pasado desapercibidas, sin embargo las SAO²⁸ ya tienen un estricto manejo.

Aplicando la Ecuación (2.8) se determina el índice por peligro al medio ambiente para el propileno de la siguiente manera, este solo posee un peligro al medio ambiente acuático:

²⁸ Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

$$I_{PA_j} = \sum_{i=1}^{n_{PA}} X_{PA_i} * PA_i \quad (2.8)$$

$$I_{PA_{propileno}} = (0,35 * 0,33) = 0,12 \quad (2.8)$$

Tabla 2-14. Valores del factor de importancia relativa a los peligros a la salud [5]

Peligros para la salud	X _{PS}
Toxicidad aguda por ingestión	0,20
Toxicidad aguda vía cutánea	0,05
Toxicidad aguda por inhalación	0,05
Corrosión/irritación cutánea	0,07
Lesiones oculares graves irritación ocular	0,03
Sensibilización respiratoria	0,08
Sensibilización cutánea	0,05
Mutagenicidad en células germinales	0,09
Carcinogenicidad	0,09
Toxicidad para la reproducción	0,09
Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición única	0,07
Toxicidad sistémica específica de órganos tras exposición repetida	0,05
Peligro por aspiración	0,05

En los peligros a la salud establecidos en la Tabla 2-14 no se realizó ninguna modificación a lo planteado anteriormente.

Aplicando la Ecuación (2.9) se determina el índice por peligro a la salud para propileno considerando que, este está ligado a la toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición única en la categoría 3 [58]:

$$I_{PS_j} = \sum_{i=1}^{n_{PS}} X_{PS_i} * PS_i \quad (2.9)$$

$$I_{Propileno} = (0,07 * 0,33) = 0,02 \quad (2.9)$$

Por último, se aplica la Ecuación (2.6), y determina el índice por Sistema Globalmente Armonizado para el propileno:

$$I_{SGA_i} = A_{PF}I_{PF_i} + A_{PS}I_{PS_i} + A_{PA}I_{PA_i} = (0,4 * 0,07) + (0,1 * 0,12) + (0,5 * 0,02) = 0,05 \quad (2.6)$$

El índice de priorización Sistema Globalmente Armonizado busca relacionar las sustancias químicas de uso industrial con los peligros inherentes a ellas desde sus tres calificaciones, este índice brinda una información rápida de que tan peligrosa puede llegar ser una sustancia química con base en estudios unificados y avalados internacionalmente. Al relacionar este índice con los anteriores se puede identificar las sustancias con alto potencial de entrar al organismo por las diferentes vías de acceso y al medio ambiente, se puede definir de estas cuáles pueden ir generando una enfermedad latente con el transcurso del tiempo y las que tienen una amenaza directa a la salud humana; si estas tres situaciones luego se relacionan con el flujo de las mismas se podrían identificar zonas y sectores de alto riesgo en el país por la exposición a sustancias químicas de uso industrial.

Con relación al índice de priorización del propileno se puede decir que es relativamente bajo, ya que es levemente tóxico y aunque está ligado a la inflamabilidad depende de la presencia de la chispa, aunque se debe tener mucho cuidado, su peligrosidad no es tan alta como la de otras sustancias. Sin embargo, se debe resaltar su alto índice en la movilidad ambiental, lo cual implica que es muy fácil que esta sustancia entre al organismo por sus diferentes vías de acceso, ocasionando un posible aumento en la concentración de la misma que podría implicar una intoxicación más rápida.

A continuación, se presenta en la Tabla 2-15 el resumen de los índices de priorización con sus respectivas variables.

Tabla 2-15. Resumen de los índices de priorización

Índice	Descripción
Área Metropolitana	Este índice relaciona a las sustancias químicas con su posición geográfica y el lugar donde se consume, dando idea principalmente del tipo de población y el contexto ambiental
Grupo industrial (CIU)	Este índice relaciona a las sustancias químicas con el puesto de trabajo y con las etapas del ciclo de vida de las mismas, dando a conocer los posibles usos y exposiciones a estas, destacando las enfermedades laborales.
Departamentos	Este índice relaciona a las sustancias químicas con el transporte de la mismas y las vías de tránsito, en este índice se destacan los peligros inmediatos de las sustancias y movilidad ambiental puesto que esta etapa es susceptible a eventos tecnológicos.
Movilidad Ambiental	Un valor alto de este índice se puede interpretar como una sustancia que se mueve fácilmente en el ambiente especialmente en el aire y la biota animal, valores intermedios que lo hacen preferiblemente en la biota vegetal y el suelo, mientras que los valores bajos pueden indicar que tiene una baja movilidad en el medio ambiente en cualquiera de sus elementos, así mismo da idea de que puede causar efectos adversos o enfermedades a la salud humana.
Salud Ocupacional	Un alto índice de salud ocupacional muestra que una sustancia química es altamente peligrosa en el puesto de trabajo y puede ser altamente cancerígena, puesto que esta variable se liga a un número de enfermedades laborales asociadas a la sustancia química.
Sistema Globalmente Armonizado	Un alto índice, dice que una sustancia química se encuentra asociada a peligros físicos, a la salud y al medio ambiente con una alta categoría, este es muy importante en cada una de las etapas del ciclo de vida se pueden presentar peligros tanto inmediatos como crónicos y tanto a la salud humana, como al medio ambiente. Esto se pueden potenciar si también se encuentra un alto índice en movilidad ambiental.

3. Capítulo 3: Resultados y discusión

En esta etapa se realiza un diagnóstico de las sustancias químicas de uso industrial que se lograron priorizar por cada uno de los índices planteados y se muestran las diez primeras SQI priorizadas. En algunos casos los índices de priorización presentan valores de cero, esto se debe a la ausencia de los datos, por ejemplo, sustancias químicas que solo aparecen en el inventario asociado a la DIAN y no al del DANE.

3.1 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por consumo interno (DANE)

Para la priorización por consumo interno se realizó un diagnóstico de las dos variables a priorizar establecidas anteriormente, las áreas metropolitanas y los departamentos. Con esto se puede evaluar cuáles son los departamentos y áreas metropolitanas con mayor flujo de sustancias químicas identificando dónde se puede generar con mayor facilidad una emergencia química o ambiental.

Priorización por presencia en áreas metropolitanas

En la Figura 3-1, se muestra el comportamiento de las áreas metropolitanas respecto a las SQI consignadas en el DANE para el año en estudio, en esta, se observa que las áreas 2,7,4 y 1 tienen el mayor porcentaje de uso de sustancias químicas, las cuales obedecen a las áreas metropolitanas de Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla respectivamente.

El porcentaje de sustancias químicas fue realizado con base a la mayor cantidad de sustancias químicas, que se pueden evaluar a partir de esta priorización, es esperado que las 3 capitales más importantes usen en mayor cantidad dichas sustancias, pues estas tienen el mayor PIB y mejor crecimiento industrial actualmente [59]

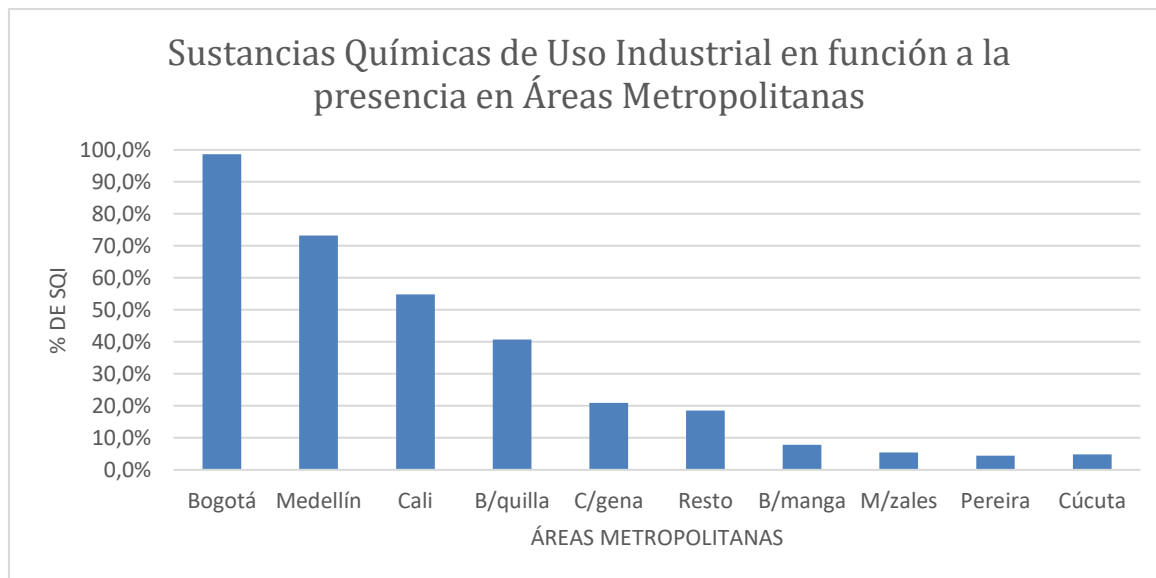


Figura 3-1. Sustancias Químicas de Uso Industrial en función a la presencia en Áreas Metropolitanas, siendo las 288 sustancias químicas el 100%.

Haciendo uso de la Ecuación (2.1), se tiene que las sustancias con mayor puntaje por áreas metropolitanas se muestran en la Tabla 3-1, en la cual se ven 2 ácidos inorgánicos, 2 alcoholes y una base inorgánica. Entre estas se debe mencionar que tanto los ácidos como las bases inorgánicas tienen un alto grado de corrosividad [36], y entre ellos está el ácido clorhídrico el cual también posee características de peligro a la salud, por lo cual se le atribuye el Índice de Priorización por SGA de 0,33 en la Tabla 3-1 el cual es el más alto del grupo, además posee un valor considerable en el Índice Priorización por Movilidad Ambiental lo cual radica en una alta movilidad al agua y al suelo.

Por índice de priorización por salud ocupacional ninguna de las sustancias posee un valor alto, debido a que, aunque estas puedan ser corrosivas, inflamables y tóxicas(levemente) no están relacionadas fuertemente al cáncer laboral u otras enfermedades que dan un mayor peso a la priorización.

Tabla 3-1. Primeros diez²⁹ puntajes para SQI priorizadas por áreas metropolitanas

SQI	I _{AM}	I _{CIU}	I _{DEP}	I _{SGA}	I _{SO}	I _{MA}
Hidróxido de sodio	1,00	1,00	0,69	0,13	0,02	0,24
Tolueno	0,90	0,24	0,38	0,21	0,03	0,61
Ácido sulfúrico	0,90	0,63	0,31	0,18	0,09	0,61
Glicerina	0,90	0,00	0,38	0,00	0,00	0,56
Ácido clorhídrico - muriático	0,90	0,51	0,54	0,33	0,02	0,51
Alcohol metílico o metanol	0,90	0,29	0,08	0,15	0,01	0,49
Cloruro de polivinilo	0,90	0,04	0,08	0,08	0,00	0,24
Anhidrido carbónico o gas carbónico	0,80	0,22	0,54	0,03	0,02	0,66
Ácido acético	0,80	0,41	0,54	0,11	0,03	0,59
Metil - etil cetona	0,80	0,00	0,38	0,14	0,00	0,51
Alcohol etílico potable	0,80	0,04	0,00	0,17	0,00	0,41
Sulfato de cobre	0,80	0,27	0,38	0,32	0,00	0,24

De las 12 sustancias químicas de uso industrial priorizadas tres (ácido clorhídrico, alcohol metílico e hidróxido de sodio) se encuentran en el documento “Guías de Manejo Seguro y Gestión Ambiental para 25 sustancias químicas” [8], desarrollado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En este documento se buscó dotar a la población de conocimiento e información sobre los riesgos asociados al manejo de 25 sustancias químicas peligrosas, las cuales estaban acorde a las necesidades del país en esa época.

De igual forma se presentan las mismas cuatro sustancias químicas de uso industrial en la lista de SQI controladas la cual viene de la aplicación de la Resolución No. 0001 del 08 de enero de 2015, expedida por el Consejo Nacional de Estupefacientes – CNE y el Decreto 585 del 02 de abril de 2018, expedido por el Ministerio de Justicia y del Derecho. [60]. Se observa en la Tabla 3-1 alta movilidad en el ambiente, algo desfavorable si se tiene en cuenta que el uso para estupefacientes se hace en zonas rurales preferiblemente

²⁹ En la Tabla 3-1 y en las siguientes, se muestran las SQI con los 10 puntajes más altos; en algunos casos se presentan 11 o más SQI, por tener valores iguales

y que en el índice de movilidad prima la afinidad al aire, como vía de acceso directo al torrente sanguíneo y exposición interna a los órganos del cuerpo, lo que atenúa esta circunstancia es que el índice de salud ocupacional o posibilidad de generar enfermedades crónicas es bajo en las 10 sustancias químicas.

Examinando los valores del índice de priorización por CIU se puede evaluar que no necesariamente por el hecho de que se consuma en todas las áreas metropolitanas del país quiere decir que todos los grupos industriales lo consuman. Es decir que el uso de estas sustancias químicas es limitado, es válido mencionar que se puede relacionar casi directamente los grupos industriales CIU con formas de uso de la SQI y las diferentes de exposición, como se anotó anteriormente.

Priorización por presencia en sectores industriales por Clasificación Industrial Internacional Uniforme.

La Figura 3-2 representa la priorización de los sectores industriales CIU con base a la mayor cantidad de sustancias químicas de uso industrial, las SQI asignadas a un CIU para el año 2019 es 49, a partir de este se puede evidenciar que los sectores químicos con mayor uso de SQI fueron, sector 2411 (fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados), 2423 (Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos), 2429 (Fabricación de otros productos químicos ncp³⁰) y OTRO³¹.

³⁰ NCP: No clasificado previamente

³¹ OTRO: Son otros sectores a los cuales no se les ha dado un código en la clasificación CIU.

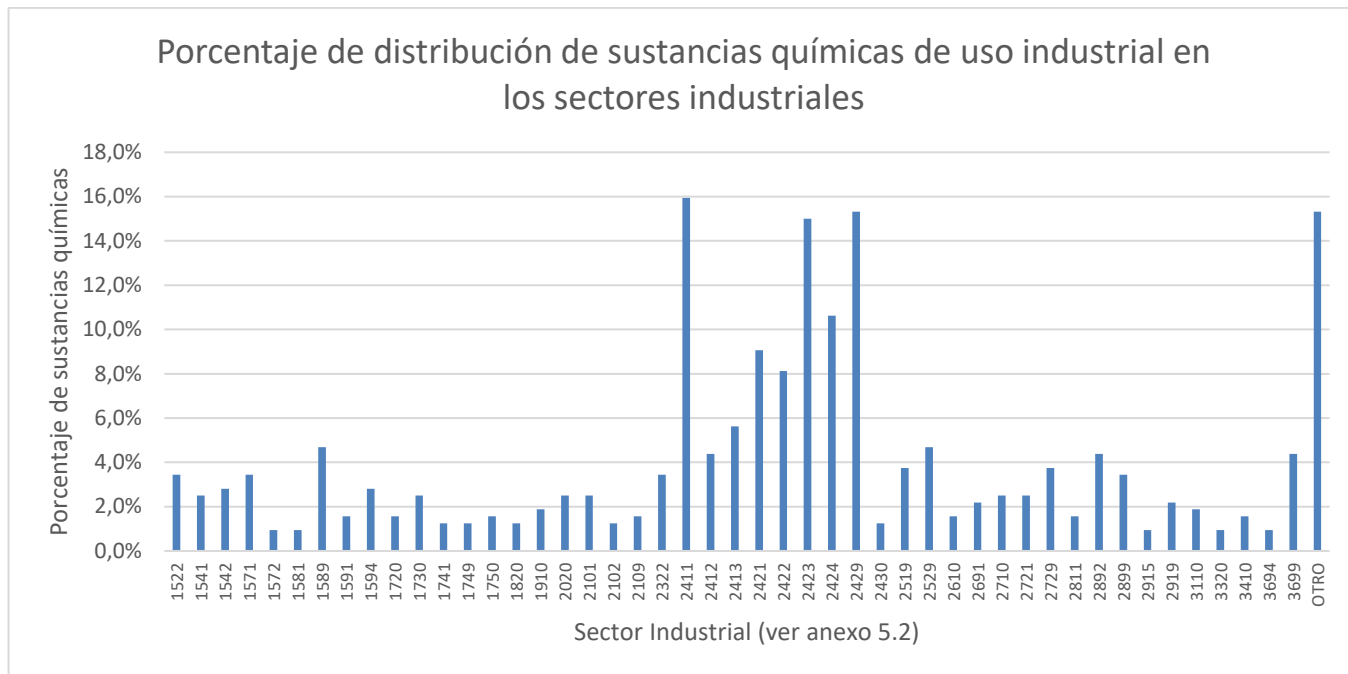


Figura 3-2. Porcentaje de distribución de SQI en los sectores industriales, siendo 49 el 100%.

Cabe resaltar que de los 860 sectores o grupos CIU 4 dígitos adaptados a Colombia, existen cerca de 160 grupos que fueron identificados por el MADS en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II asociados al uso de sustancias químicas, pero de estos solo se lograron identificar 49 SQI puras para el año 2016, cada uno de los 49 representa un diferente de uso y una forma potencial de exposición.

Es importante poder tener el conocimiento del sector CIU OTRO, es decir evitar que este se genere, ya que en este se presentan muchas empresas con cierta informalidad que no pueden completar la encuesta adecuadamente y por lo tanto estas no pueden ser identificadas adecuadamente y son datos que representan un porcentaje significativo.

Al calcular el índice de priorización por CIU (I_{CIU}) determinado por la Ecuación 3.2 se obtienen los resultados de la Tabla 3-2. Se encuentra el hidróxido de sodio con mayor puntaje, el cual debido a sus propiedades alcalinas es una sustancia muy usada en toda la industria. En este estudio nuevamente se repiten algunas de las SQI presentadas en la Tabla 3-1 a excepción del cloruro de polivinilo o PVC, dicha sustancia es muy usada en la industria de los materiales y aunque no presenta peligro alguno aparentemente, su difícil biodegradación y su alta fabricación, ha generado y puede seguir generando problemas

ambientales, aunque si se recicla de manera adecuada se puede manejar, es importante tener en cuenta que los plastificantes que se usan en la polimerización son de tipo ftalato muy tóxicos y que quedan en el producto [61] [62].

Tabla 3-2. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por índice de priorización por consumo interno asociados a los grupos industriales

SQI	I _{CIIU}	I _{AM}	I _{DEP}	I _{SGA}	I _{SO}	I _{MA}
Hidróxido de sodio	1,00	1,00	0,69	0,13	0,02	0,24
Ácido sulfúrico	0,63	0,90	0,38	0,18	0,09	0,61
Ácido clorhídrico - muriático	0,51	0,90	0,31	0,33	0,02	0,51
Dióxido, óxido o blanco de zinc	0,51	0,00	0,46	0,14	0,00	0,24
Ácido nítrico	0,47	0,70	0,38	0,21	0,00	0,51
Ácido acético	0,41	0,80	0,54	0,11	0,03	0,59
Silicato de sodio	0,39	0,00	0,00	0,13	0,00	0,32
Sulfato de aluminio	0,35	0,00	0,23	0,05	0,00	0,51
Ácido bórico	0,31	0,00	0,46	0,17	0,02	0,51
Alcohol metílico o metanol	0,29	0,90	0,38	0,15	0,01	0,49
Estireno	0,29	0,70	0,38	0,24	0,04	0,61
Sulfato de amonio	0,29	0,00	0,00	0,05	0,01	0,34

Cabe destacar que si bien se emplean dichas sustancias químicas en muchos sectores CIIU (muchos usos diferentes y varias formas de exposición), no presentan en particular amenazas para la salud en relación a enfermedades crónicas y afecciones agudas, mientras que por el aspecto de la movilidad en el ambiente se debe tener cuidado, pues son valores altos que indican una alta movilidad, que en algunos casos como el ácido sulfúrico, clorhídrico y nítrico, presentan una alta solubilidad al agua y movilidad al suelo, lo que puede generar acidificación en estos elementos ambientales; otro caso a destacar es el estireno que tiene características de peligro a la salud humana y presenta movilidad aire y a la biota animal.

3.2 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por importación (DIAN)

En la Figura 3-3 se muestra el comportamiento de la presencia de las sustancias químicas de uso industrial con base en los datos de la DIAN. En dicha figura se ve un comportamiento similar al diagnóstico por áreas metropolitanas, siendo los departamentos con código 11,5,25,76 y 8 los más elevados, que corresponden a Bogotá y los departamentos de Antioquía, Cundinamarca, Valle del Cauca y Atlántico respectivamente.

Se observa que, aunque se separe Bogotá de su área metropolitana, Cundinamarca y Bogotá siguen teniendo un flujo alto de sustancias químicas de uso industrial y entran en el puesto de los primeros cinco departamentos con mayor porcentaje de uso de SQI.

Es importante mencionar que este diagnóstico no trata del uso o manipulación directa de la sustancia química, su manejo (transporte y almacenamiento) son etapas en las cuales la exposición se da solo en el caso de un evento tecnológico (derrame, fuga, explosión o incendio), por tanto, cobra importancia entonces el número de rutas de importación y distribución de las sustancias químicas, si es solo una ruta o muchas por todo el territorio nacional.

Este diagnóstico abre la a puerta un estudio específico de sustancias químicas de uso industrial relacionando otras variables como son las rutas a nivel nacional, el tipo de camiones que se usan, el tiempo de ruta u otras variables las cuales se relacionan con un posible evento tecnológico (derrame, fuga, explosión o incendio).

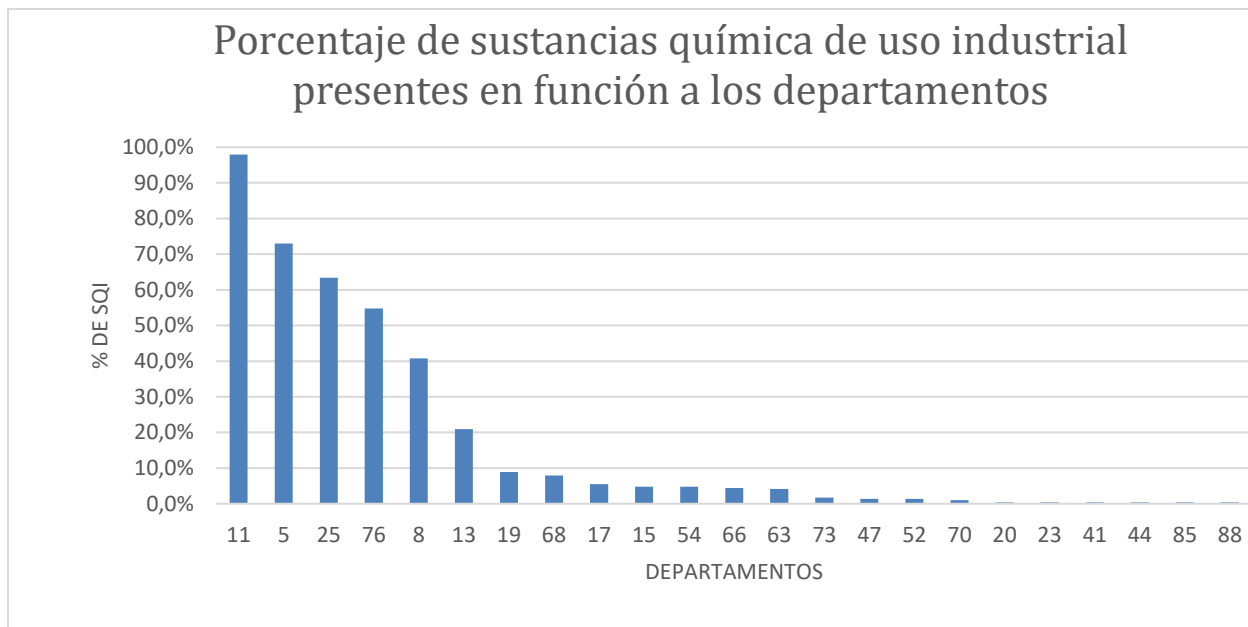


Figura 3-3. Porcentaje de sustancias químicas de uso industrial presentes en función a los departamentos, siendo 302 el 100%.

En la Tabla 3-3 se muestra un comportamiento diferente a la priorización por áreas metropolitanas del DANE presentados en la Tabla 3-1. En la priorización por departamentos se tiene la presencia de polímeros, bases inorgánicas, sales inorgánicas y se excluye la presencia de ácidos inorgánicos, ya que estos sí tienen producción en Colombia por lo tanto la importación es baja.

Entre estas sustancias químicas de uso industrial se podría destacar el hidróxido de potasio, el cual tiene un valor similar al hidróxido de sodio en el índice de priorización por SGA, esta sustancia no tiene la restricción de estupefacientes, pero se les podría tener igual de cuidado que al hidróxido de sodio.

Tabla 3-3. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por presencia en departamentos

SQI	I _{DEP}	I _{AM}	I _{CIIU}	I _{SGA}	I _{SO}	I _{MA}
Polietileno	1,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,24
Polipropileno	0,92	0,00	0,00	0,04	0,00	0,24
Carbonato de cal o calcio	0,77	0,00	0,00	0,04	0,00	0,32
Hidróxido de sodio	0,69	1,00	1,00	0,13	0,02	0,24
Tripolifosfato sódico	0,69	0,00	0,24	0,04	0,05	0,34
Hidróxido de Potasio - Potasa cáustica	0,69	0,00	0,24	0,21	0,02	0,24
Hidróxido de aluminio	0,69	0,00	0,10	0,04	0,03	0,24
Ortoftalato de dioctilo - (DOP)	0,69	0,00	0,00	0,05	0,00	0,83
Hipoclorito de calcio	0,69	0,00	0,00	0,15	0,00	0,24
Oxido de aluminio	0,62	0,60	0,14	0,04	0,00	0,52
Ácido oleico	0,62	0,00	0,00	0,02	0,00	0,90
Toluendiisocianato	0,62	0,00	0,00	0,25	0,01	0,85
Ácido cítrico	0,62	0,00	0,00	0,01	0,00	0,71
Sorbita - sorbitol o d-glucitol	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
Ácido láctico	0,62	0,00	0,00	0,04	0,00	0,56
Bicarbonato de sodio	0,62	0,00	0,00	0,04	0,00	0,49
Sulfato de magnesio	0,62	0,00	0,00	0,04	0,00	0,34
Sulfuro de sodio	0,62	0,00	0,00	0,22	0,00	0,24

Al mostrar 10 datos en cada tabla se dan a conocer sustancias químicas las cuales no poseen ninguna característica de peligro o en algunos casos sustancias que no tuvieron datos avalados por entidades gubernamentales aceptadas en Colombia, como se ve claramente en las columnas asociadas a las áreas metropolitanas y los grupos industriales CIIU.

Cabe destacar que si bien los índices de movilidad de estas sustancias químicas en los casos con mayor priorización son un tanto más bajos que en el caso del consumo en áreas metropolitanas y aun en grupos industriales CIIU (Tabla 3-1 y 3-2), son valores que indican un grado de movilidad en los elementos ambientales, que en algunos casos como el Toluendiisocianato que tiene media movilidad al aire y alta movilidad a la biota animal y la biota vegetal, se podría decir que en el caso de un evento tecnológico de fuga o derrame,

los elementos ambientales más impactados serían la biota animal y vegetal, los que presentan un grado a su vez más alto de bioacumulación y biomagnificación, situación que hace tener especial atención en las enfermedades crónicas como el cáncer; el índice SGA muestra que no se trata de esta situación en particular para la mayoría de sustancias puesto que este índice es bajo para prácticamente todas las 10 sustancias listadas, el máximo valor se encuentra para el Toluendiisocianato con un índice de 0,25, el cual sí se encuentra ligado a sospecha de cáncer según el SGA .

3.3 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por movilidad en elementos ambientales

La distribución porcentual de la movilidad por elementos ambientales de las sustancias químicas de uso industrial se muestra en la Figura 3-4; en ésta se observa que las sustancias químicas pueden ser principalmente disueltas en el agua (26%), o adsorbidas por el suelo (24%), pero, también que muchas son biodegradables o tienen alguna incapacidad de poder biodegradarse en el agua (16%).

La movilidad a elementos ambientales del agua y el suelo suman el 50%, lo cual se ve reflejado en una afectación a los cuerpos de agua, la agricultura y los alimentos de consumo entre otras preocupaciones de interés; no con menos importancia, el 11% de las SQI tienen movilidad a la biota animal, la cual se ve afectada por la bioacumulación en una especie y por biomagnificación en una cadena trófica, el hombre puede ser el eslabón de la cadena que está en más alto lugar y en el que se encontrarían las mayores concentraciones. Esto es grave si se tiene por ejemplo que se está bioacumulando en el ganado o los peces, pues en conclusión se están viendo afectados todos los alimentos de consumo.

La figura 3-4 muestra la facilidad con la que las sustancias químicas de uso industrial pueden contaminar los cuerpos de agua y los suelos de país y que estos pueden ser difíciles de biodegradarse obstruyendo el libre desarrollo de la vida, demostrando un peligro latente en salud pública, en caso de que las sustancias no se controlen

adecuadamente, ya que estas luego pueden llegar a entrar al organismo por las diferentes vías de acceso.

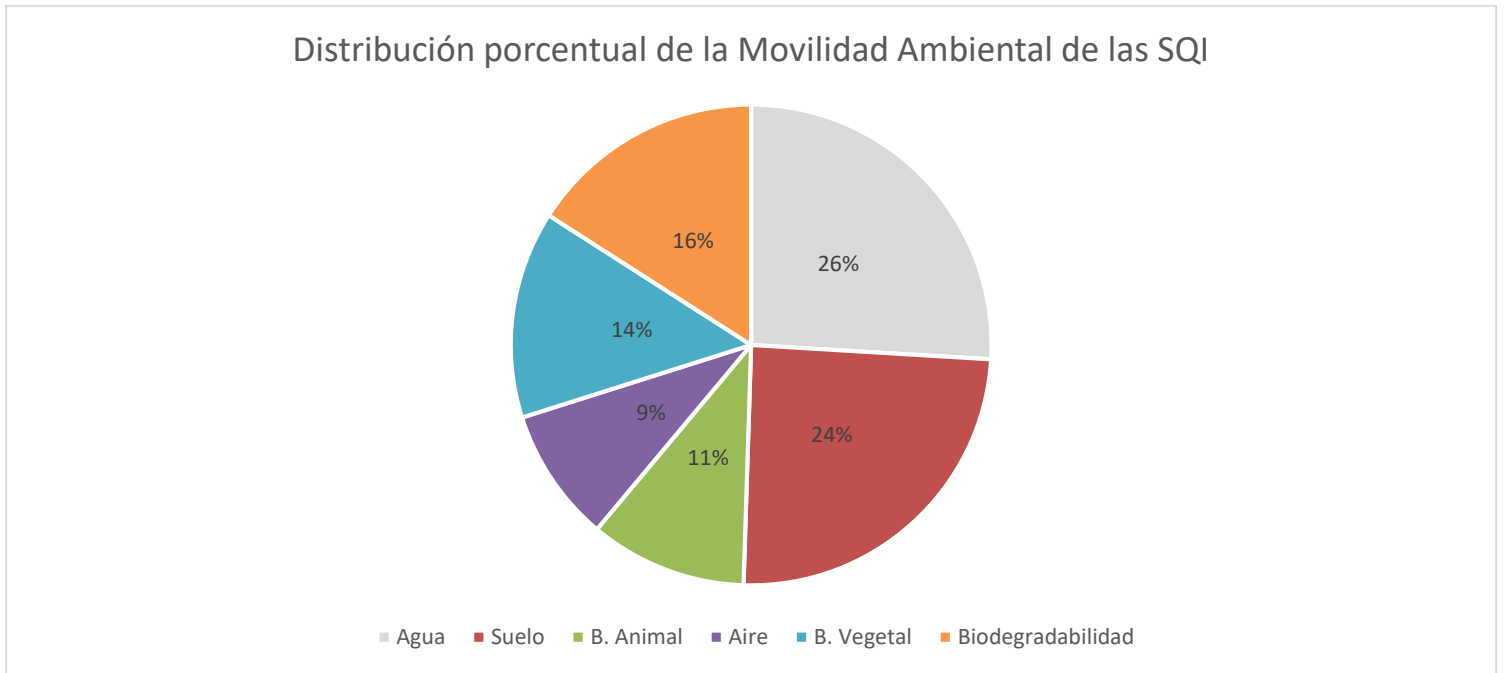


Figura 3-4. Distribución porcentual de la movilidad ambiental de las SQI

La Figura 3-4³² resulta muy interesante, pues si bien solo es el resultado de 319 sustancias químicas, se puede escalar a las demás SQI que se emplean en Colombia y se tendría un panorama similar. Analizando la información consignada en Perfil Nacional de Sustancias Químicas 2012, particularmente en la Figura 3.18 (Ver Figura 3-5) de las 126 entidades encuestadas (entidades públicas, privadas y laboratorios), la mayor preocupación (82 entidades) es por la contaminación de aguas (ríos, lagos y acuíferos), seguida de la contaminación de suelos (72 entidades); concordancia total entre esta percepción-preocupación y los resultados que arroja este análisis técnico independiente, basado en los parámetros de movilidad en el ambiente de las SQI empleadas en Colombia. Si bien la siguiente mayor movilidad de las SQI se da a la biota animal y al aire, este último elemento

³² Elaborada a partir de un puntaje máximo de 6057, el cual obedece a la suma de los puntajes parciales, de las sustancias químicas

ambiental solo fue la preocupación listada en el cuarto puesto con 61 entidades preocupadas por esto.

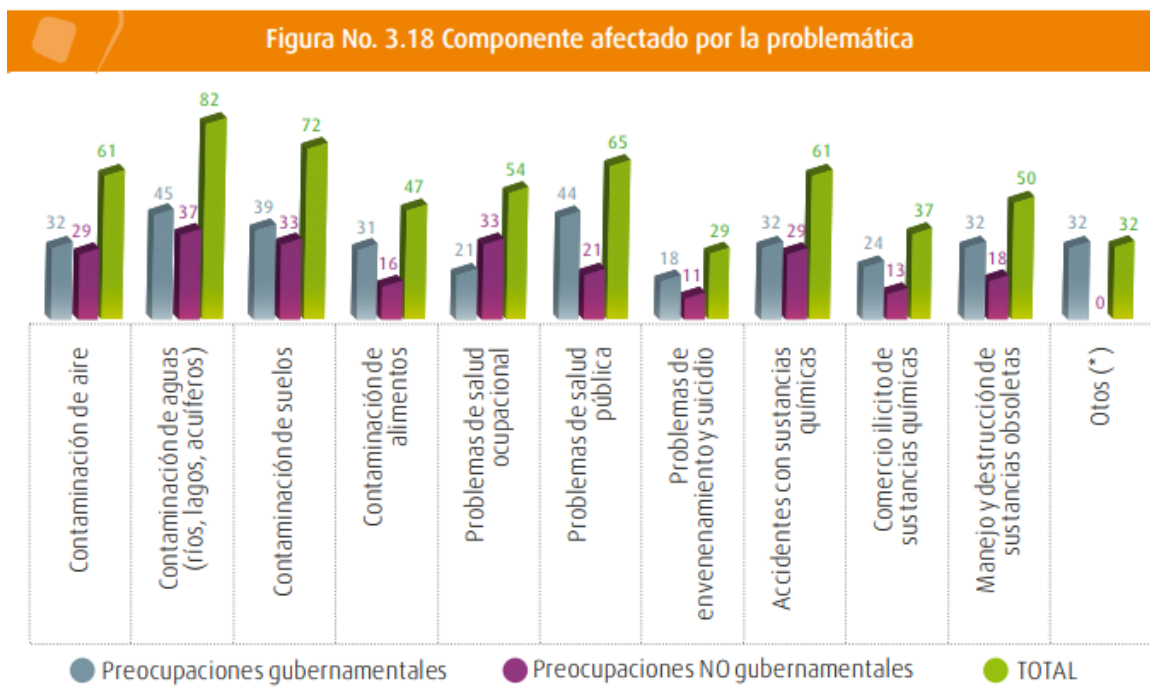


Figura 3-5. Imagen de la Figura No.3.18 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas 2012. [10]

Entre las diez primeras sustancias químicas priorizadas por movilidad ambiental, se deben destacar las que tienen un índice alto o moderado en los índices de salud ocupacional y por Sistema Globalmente Armonizado, entre estas se tienen el dodecilbenceno, el cloruro de vinilo, el nonifenol y el toluendiisocianato.

El dodecilbenceno posee una alta movilidad ambiental, específicamente tiene muy alta volatilización en el aire, adsorción en el suelo y absorción en la biota animal y vegetal, llegando a generar potenciales peligros; a nivel de salud ocupacional está ligado a enfermedades como cáncer de origen laboral, enfermedades no malignas del sistema hematopoyético, trastornos mentales del comportamiento, sistema nervioso, ojo, intoxicaciones y tejido cutáneo. El cloruro de vinilo, ya se ha identificado por el MADS en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II, por ser altamente peligroso con base a los peligros del SGA; al ver los resultados en la Tabla 3-4, se puede ver que tiene un alto

índice en la priorización de salud ocupacional, esto se refleja en enfermedades como cáncer de origen laboral, del tejido epitelial, enfermedades no malignas de sistema hematopoyético, trastornos mentales y del comportamiento, sistema endocrino, nervioso, respiratorio, cardiovascular, digestivo, muscular, esquelético y genitourinario. Por SGA está asociado al cáncer y a daño en órganos específicos del cuerpo.

El nonilfenol tiene un valor representativo en el índice por Sistema Globalmente Armonizado asociado a toxicidad por ingestión, toxicidad por la reproducción, en órganos específicos por exposición crónica y corrosión/irritación cutánea y ocular, preocupante debido a que tiene una alta afinidad al suelo, biota animal y vegetal y esto implica un alto riesgo a la vida en general. La sustancia química toluendiisocianato posee una alta movilidad en el agua, el suelo, el tejidos animal y vegetal, el cual puede ser un compuesto de alto riesgo debido a sus peligros según el SGA, ya que es considerado mortal en caso de ingestión, corrosivo, está relacionado con el cáncer y además con daños en los órganos internos.

Tabla 3-4. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por movilidad ambiental

SQI	I _{MA}	I _{AM}	I _{CIIU}	I _{DEP}	I _{SO}	I _{SGA}
Dodecilbenceno	1,00	0,00	0,04	0,38	0,21	0,06
Ácido oleico	0,90	0,00	0,00	0,62	0,00	0,02
Cloruro de vinilo	0,90	0,00	0,00	0,08	0,88	0,17
Alcohol estearílico	0,88	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00
Toluendiisocianato	0,85	0,00	0,00	0,62	0,01	0,25
Alcohol cetílico	0,85	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00
Alcohol laurílico	0,85	0,00	0,00	0,31	0,00	0,06
Nonilfenol	0,85	0,00	0,00	0,23	0,04	0,15
Pentaclorofenol (ISO)	0,85	0,00	0,00	0,08	0,01	0,20
Fosfato de tris (2,3dibromopropilo)	0,84	0,00	0,00	0,08	0,05	0,07
Hexano	0,84	0,50	0,10	0,00	0,00	0,15

Es válido recordar que el índice se calcula con un promedio ponderado, en el cual, la afinidad al aire tiene mayor importancia o ponderación, pero, la afinidad a los otros elementos ambientales también suma al índice.

Al analizar los otros índices relacionados se puede evidenciar que de las sustancias químicas listadas representan poca afectación a nivel de salud ocupacional y al SGA, pero una alta movilidad en el ambiente, que como se había mencionado anteriormente, la afinidad al aire, como vía de acceso directo al torrente sanguíneo y exposición interna a los órganos del cuerpo, sumado a esto, se tiene que no hay datos en los índices del DANE y lo que indica que estas sustancias se comercian como “otras sustancias” o grupos de sustancias, sin registrar los datos con certeza de la distribución interna en el país.

3.4 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por salud ocupacional

En la Figura 3-6³³ se observa que, entre las enfermedades asociadas a las sustancias químicas, el sistema respiratorio es el más afectado; esto se debe a que es la principal vía de acceso a nuestro organismo en el ámbito laboral, ya que la mayoría de estas sustancias desprenden vapores, polvos o microfibras los cuales luego serán inhalados; este resultado refuerza la importancia de usar protección respiratoria en la industria. [63]

Seguido del sistema respiratorio se encuentran las enfermedades de la piel y tejido subcutáneo; estas estadísticas son muy importantes ya que dan peso a la necesidad de cubrir la piel al trabajar con sustancias químicas, la cual generalmente es ignorada al pensar que las sustancias químicas solo entraran al organismo por inhalación u ojos.

Cabe destacar el cáncer de origen laboral, puesto que por parte de los trabajadores se tiende a pensar que el potencial de las sustancias químicas para generar cáncer es mínimo, e incluso algunos no usan los EPP's³⁴ [64] [65], pero al tener exposición constante con sustancias químicas existen muchos tipos de cáncer que se podrían desarrollar. Al exigir el uso de EPP's se debe en tener cuenta que cada generación tiene sus propias fortalezas y debilidades, se tienen que abordar los cambios de las necesidades en salud relacionados con el avance en la edad y trabajar con el personal de recursos humanos

³³ Elaborada a partir de un total 1771 enfermedades a asociadas a las 154 sustancias químicas

³⁴ EPP's: Equipos de Protección Personal

para encontrar medidas de adaptación en lugares de trabajo y mejorar las capacidades de los trabajadores mayores. [66]

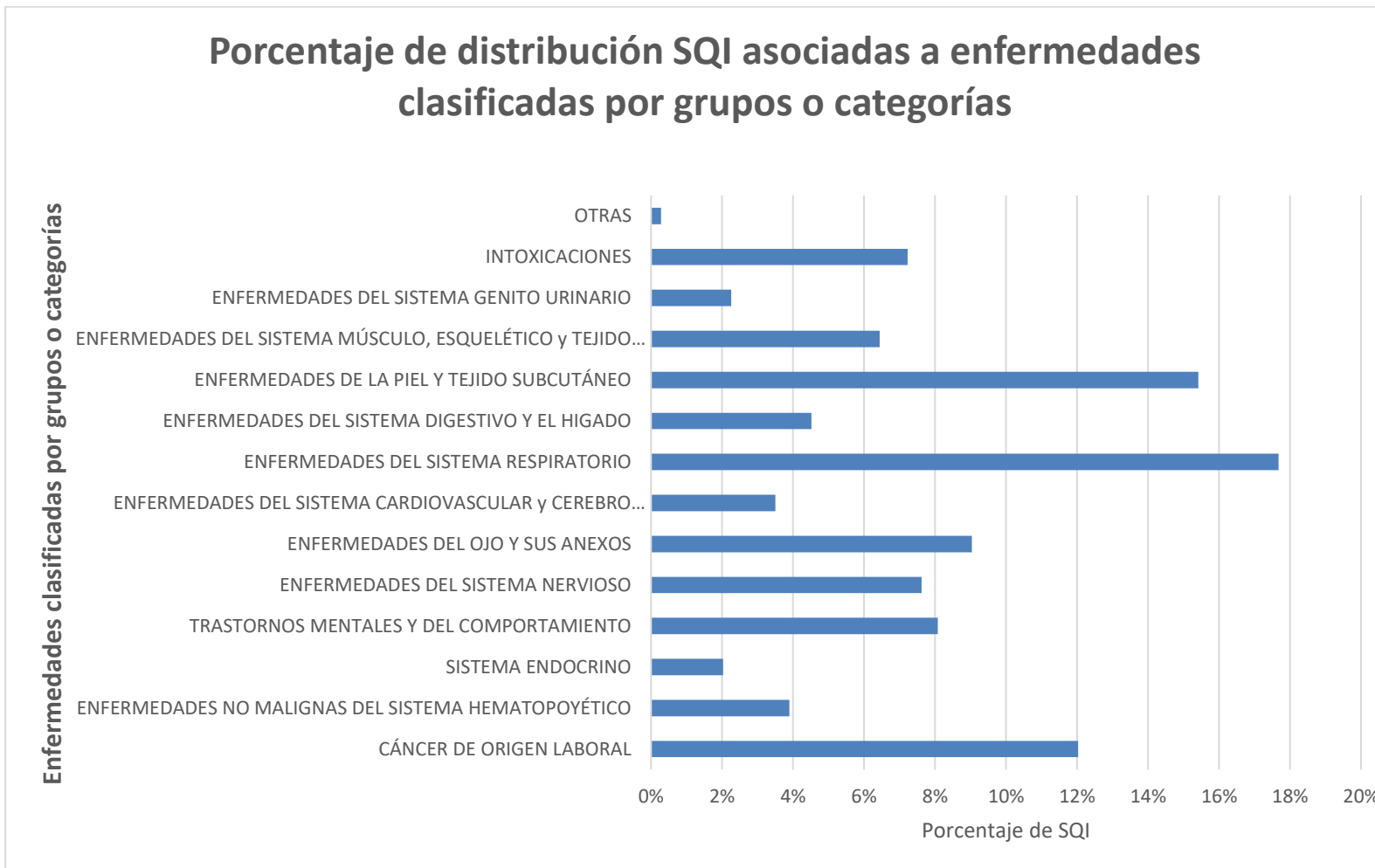


Figura 3-6. Distribución porcentual de las 154 sustancias químicas asociadas a enfermedades clasificadas por grupos o categorías.

En la Tabla 3-5 se presentan las sustancias químicas de uso industrial priorizadas por índice de salud ocupacional, relacionadas todas con cáncer de origen laboral entre otras enfermedades ocupacionales. En esta tabla se presentan algunas de las sustancias químicas listadas en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II. Es clave mirar la columna relacionada a la movilidad ambiental de dichas sustancias, puesto en todas estas se presentan una alta afinidad a los elementos ambientales, específicamente en el agua y en el suelo; al descuidarse estas sustancias se podría llegar a suelos y aguas

contaminadas. Por ejemplo, en Estados Unidos en 2013 se detectó PCE³⁵ en agua potable, ambientes interiores, aire ambiental, agua subterránea y suelo. Existen muchas fuentes puntuales de contaminación en los Estados Unidos, y PCE también es comúnmente encontrado en centros de acopio de residuos peligrosos [67].

Según el estudio realizado por Torres L [9], el 17,2% de las industrias de lavanderías en seco en Bogotá que operan con PCE realizan prácticas inadecuadas y cerca del 75,6% de la industria en general, debido a que son ya que son contaminadores potenciales constituye un riesgo potencial para las personas que viven cerca del área de influencia y los trabajadores que laboran en estas empresas,.

Tabla 3-5. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por índice de salud ocupacional.

SQI	ISO	IAM	ICIU	IDEP	ISGA	IMA
Tetracloroetileno (percloroetileno)	1,00	0,40	0,04	0,38	0,27	0,72
Cloruro de vinilo	0,88	0,00	0,00	0,08	0,17	0,90
Tricloroetileno	0,87	0,00	0,00	0,31	0,26	0,63
Bromometano (bromuro de metilo).	0,77	0,00	0,00	0,08	0,13	0,56
Tetracloruro de carbono	0,74	0,10	0,02	0,00	0,23	0,55
Arsénico	0,74	0,00	0,00	0,08	0,18	0,51
1,2- dicloroetano	0,73	0,00	0,00	0,08	0,11	0,63
Arsénico blanco o ácido arsenioso	0,73	0,00	0,04	0,23	0,24	0,41
Cloruro de metileno	0,73	0,00	0,18	0,46	0,16	0,63
Cloroformo	0,73	0,10	0,04	0,23	0,21	0,63

Es válido recordar que el índice se calcula como un promedio ponderado, en el cual, el cáncer de origen laboral recibe una mayor importancia o ponderación, debido a las razones mencionadas anteriormente; sin embargo, todas las categorías de enfermedades también suman al índice.

³⁵ Percloroetileno o tetracloroetileno

En Bogotá según los estudios realizados por Barreto et al [68], se caracterizaron 7 puestos de trabajo de lavandería en la localidad de Suba, evidenciando que el puesto de trabajo que presenta mayor nivel de exposición al PCE es el operario del proceso de lavado en seco, especialmente durante la actividad de cargue de dicha sustancia en el contenedor y remoción de lodos de la máquina, puesto que en esta actividad está expuesto directamente al contaminante en cuestión superando la concentración de TLV-TWA según los parámetros de la ACGIH.

Es importante destacar que el Bromometano (Resolución 2152 de 1996 [69]) y el tetracloruro de carbono, 2 de 10 sustancias priorizadas por salud ocupacional son sustancias agotadoras de la capa de ozono, en varios casos restringidas en su uso por el protocolo de Montreal [70] y por los algunos de los Ministerios de Colombia y otras 5 (cloruro de vinilo, 1,2- dicloroetano, tricloroetileno, cloroformo y cloruro de Metileno) que también tienen halógenos están estrechamente ligadas un potencial similar de reducción en la capa de ozono y por procesos de combustión podrían reaccionar y convertirse en dioxinas y furanos los cuales son altamente cancerígenos y pueden afectar también la capa de ozono. [71]

S muestra una alta movilidad en el ambiente, primando la movilidad al aire que fue la más altamente castigada en el modelo, lo que quiere decir que la vía inhalatoria, la más crítica en exposición, es la más presente también en el índice de salud ocupacional; se puede decir que en este caso hay una sinergia de impacto negativo, pues por un lado son las sustancias priorizadas por su alto impacto en salud ocupacional y por otro son las que presentan la vía de acceso inhalatoria (la más crítica) respecto a los parámetros de movilidad analizados. Esto da pie a dar las voces de alerta a las entidades encargadas de estos temas para que se tomen acciones al respecto.

3.5 Diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial de acuerdo a los peligros establecidos en el Sistema Globalmente Armonizado

En el diagnóstico del SGA se muestra una mayor cantidad de sustancias con peligros a la salud (Figura 3-7), esto se debe a varios factores como el hecho de que son más los peligros a la salud que los físicos y los del medio ambiente, también se debe a que los peligros físicos suelen ser excluyentes entre sí, es decir si se tiene un peligro físico como sólido inflamable es imposible que la misma sustancia pueda ser también líquido inflamable, cabe resaltar que varios de estos peligros físicos son relacionados con explosividad y las sustancias químicas asociadas a esta característica no suelen ser de uso comercial.

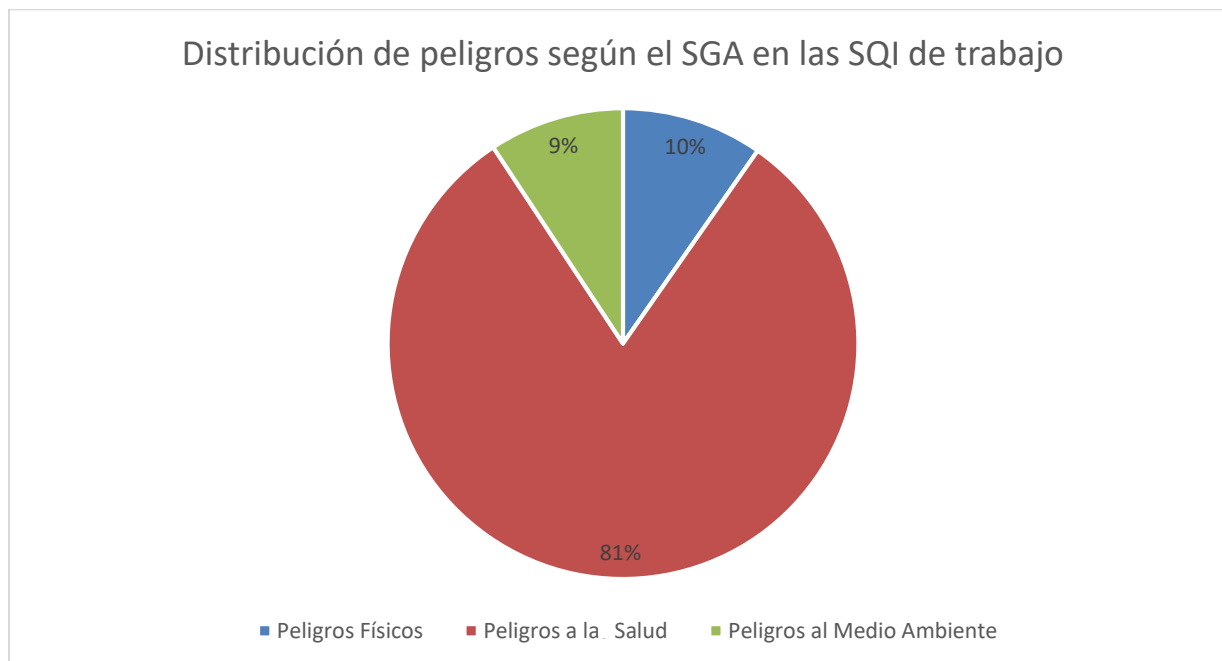


Figura 3-7. Distribución de peligros según el SGA en las SQI de trabajo

Al ver la distribución de los peligros a la salud (Figura 3-8), es claro que las lesiones oculares graves e irritación cutánea, es el peligro que más se presenta en las SQI empleadas en Colombia que se analizaron, la cuales representan un peligro moderado; además, la toxicidad sistémica tanto única como repetida y la toxicidad por ingestión

pueden llegar a ser muy peligrosas y se encuentran en un porcentaje alto también, representando un posible riesgo a la salud pública.

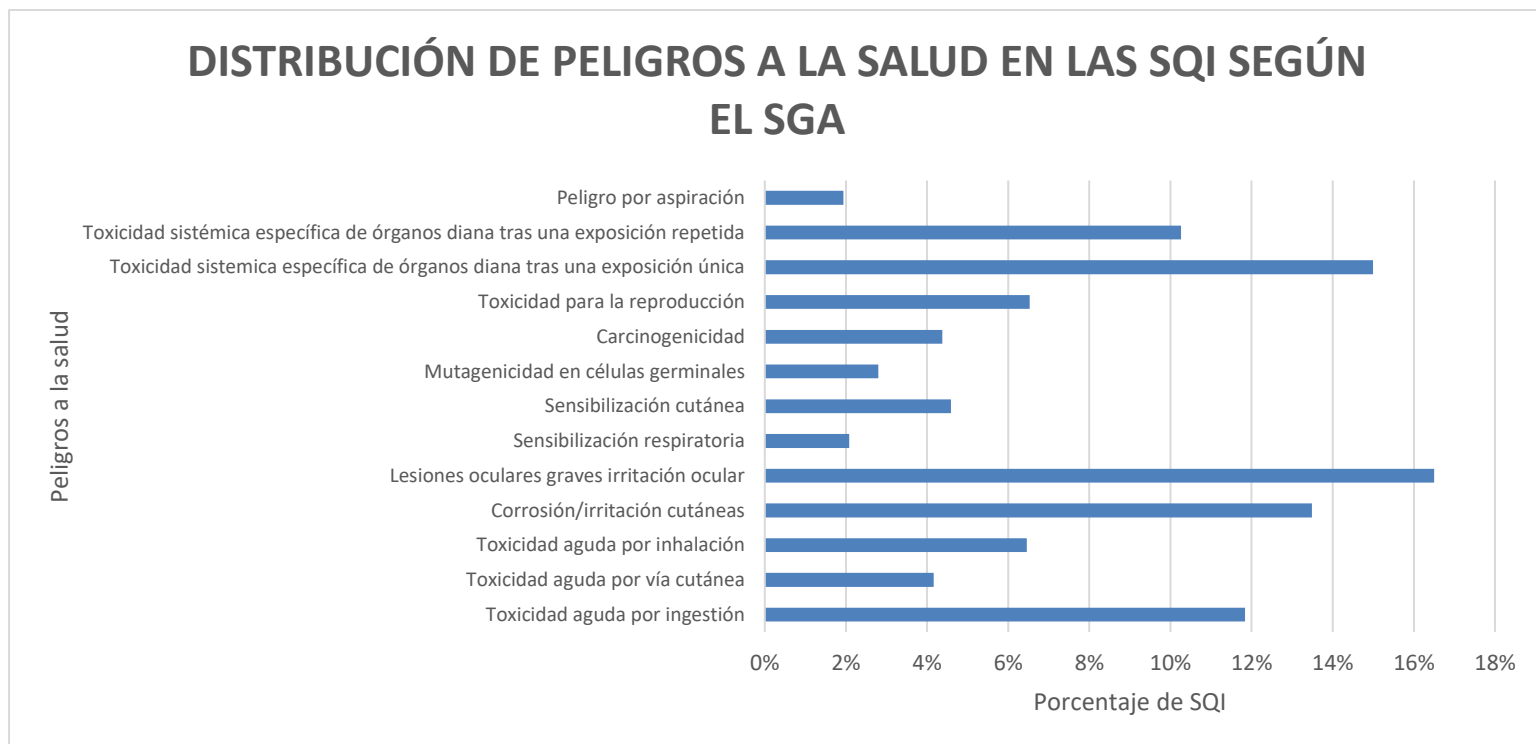


Figura 3-8. Distribución de peligros a la salud en las SQI según el SGA

En la Tabla 3-6 se presentan las diez sustancias químicas de uso industrial priorizadas las cuales tienen coincidencias con la Tabla 17 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II (Figura 3-9), por el alto índice de priorización que pueden llegar a presentar por peligros físicos, a la salud y al medio ambiente. Lo que no se visualiza en la Figura 3-8 es la alta movilidad ambiental que estas sustancias químicas tienen que se refleja en un alto potencial a entrar al organismo por las diferentes vías de acceso, la más alta entre ellas es la nitroglicerina la cual posee una alta afinidad al suelo y al agua

Tabla 3-6. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas de acuerdo a los peligros establecidos según el Sistema Globalmente Armonizado

SQI	I _{SGA}	I _{AM}	I _{CIU}	I _{DEP}	I _{SO}	I _{MA}
Dicromato de potasio	0,47	0,00	0,00	0,31	0,13	0,34
Dicromato de sodio	0,44	0,00	0,00	0,38	0,13	0,34
Trióxido de cromo	0,43	0,00	0,00	0,00	0,15	0,56
1Cloro2,3epoxipropano (epiclorhidrina)	0,42	0,00	0,00	0,23	0,00	0,51
Éter dietílico (óxido de dietilo)	0,40	0,00	0,00	0,38	0,00	0,59
cromato de sodio	0,39	0,00	0,00	0,08	0,13	0,24
Acrilonitrilo	0,35	0,00	0,00	0,15	0,00	0,59
Nitroglicerina (Nitroglicerol)	0,33	0,00	0,00	0,15	0,01	0,71
Ácido clorhídrico-muriático	0,33	0,90	0,51	0,31	0,02	0,51
Sulfato de cobre	0,32	0,80	0,27	0,38	0,00	0,24

Uno de los resultados importantes que se ven en esta tabla, es que las sustancias no se repiten o no son las mismas de la priorización por salud ocupacional, lo que indica que las sustancias priorizadas por salud ocupacional, principalmente son sustancias agotadoras de la capa de ozono, no presentan en principio problemas a la salud de tipo crónico como el cáncer, pero es necesario enfocarse y analizar más detalladamente cada sustancia en particular. Sin embargo, esta situación aliviana el resultado anterior, pues si bien la mayor preocupación por enfermedades ocupacionales, se da también por la vía de acceso más crítica que es la inhalatorio, siendo esta acorde al resultado de movilidad, en este caso al aire, pero no resulta en general que sean las causantes de cáncer como enfermedad crónica. De hecho, las SQI priorizadas por SGA tienen bajos índices de priorización por salud ocupacional.

Posición	Priorización por peligros		
	Físicos $A_{PF}=1, A_{PA}=0, A_{PS}=0$	Ambientales $A_{PF}=0, A_{PA}=1, A_{PS}=0$	Para la salud $A_{PF}=0, A_{PA}=0, A_{PS}=1$
1	Metanal (formaldehído)	Tetracloruro de carbono	Dicromato de potasio
2	Nitroglicerina (Nitroglicerol)	Gases refrigerantes (freón)	1Cloro 2,3 epoxipropano (epiclorhidrina)
3	Nmetil N, 2, 4,6 tetranitroanilina (tetril)	Acetato de cobre	Dicromato de sodio
4	Acetileno	Acetato de plomo	Bicromato de amonio
5	Amoniacó anhidro	Ácido clorhídrico - muriático	Cromato de sodio
6	Butano natural	Ácido crómico (tríoóxido de dicromo)	Metanal (formaldehído)
7	Butanos	Amoniacó anhidro	Acrilonitrilo
8	Cloruro de polivinilo	Amoniacó líquido	Ciclohexanona
9	Cloruro de vinilo	Bromo	Éter dietílico (óxido de dietilo)
10	Etano natural	Carbonato de cobalto	Acido crómico (tríoóxido de dicromo)
11	Etileno	Cianuro de potasio	Estireno
12	Hidrógeno	Cianuro de sodio	Anhídrido maléico
13	Propileno	Cloro	Glutaraldehído
14	Sesquisulfuro de fósforo	Cloruro de aluminio	Cloruro cinc
15	Buteno (butileno) y sus isómeros	Cloruro de cobalto	Cloruro de mercurio
16	Clorodifluoroetano	Dióxido, óxido o blanco de zinc	Monoetanolamina
17	Cloroetano (cloruro de etilo)	Hexaclorofenol	Toluendiisocianato
18	Difluoroetano	Hidrosulfuro de sodio	Hidroquinona
19	Difluorometano	Hidróxido de amonio	Carbonato de níquel
20	Éter dietílico (óxido de dietilo)	Mercurio	Piridina

Figura 3-9. Imagen de la Tabla 17 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol II.

3.6 Generación de índice global

Es posible generar un índice global con base a las variables establecidas debido de movilidad ambiental, salud ocupacional y Sistema Globalmente Armonizado, sin embargo las diferencias entre las bases de datos de la DIAN y el DANE, de comercio externo e interno, presentan valores no homologables, por lo tanto se proponen dos índices globales, el primero es el índice global DANE en la cual se busca darle peso a los valores de consumo, pero manteniendo una mayor ponderación las problemáticas a salud, reflejadas en salud ocupacional y SGA. Y el otro el índice global DIAN en cual se le da un valor de

importancia las sustancias importadas, pero manteniendo un valor de ponderación mayor hacia la salud.

Índice Global DANE:

Se establece el Índice Global DANE con base en los datos de la EAM, este índice se define como muestra la Ecuación (3.1) en la cual se plantea un promedio ponderado con valores de importancia en el que se da mayor valor de importancia al índice de salud ocupacional y el de Sistema Globalmente Armonizado, pero estos pueden ser modificados por el investigador dependiendo de la variable de interés

$$I_{GDANE} = I_{AM}X_{AM} + I_{CIU}X_{CIU} + I_{SGA}X_{SGA} + I_{SO}X_{SO} + I_{MA}X_{MA} \quad (3.1)$$

Donde

I_{GDANE} : Es el índice Global DANE

$I_{AM}, I_{CIU}, I_{SGA}, I_{SO}, I_{MA}$: Es el índice de priorización por área metropolitana, grupos industriales, Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente.

$X_{AM}, X_{CIU}, X_{SGA}, X_{SO}, X_{MA}$: Es el valor de importancias para los índices de priorización por área metropolitana, grupos industriales, Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente.

Tabla 3-7. Valores de importancias para los índices de priorización involucrados en el índice global por Áreas Metropolitanas.

Índice asociado al valor de importancia	Valor de Importancia
Valor de importancias el índice de priorización por área metropolitana (X_{AM})	0,15
Valor de importancias el índice de priorización por sector industrial CIU (X_{CIU})	0,15
Valor de importancias el índice de priorización por Sistema Globalmente Armonizado (X_{SGA})	0,25
Valor de importancias el índice de priorización por movilidad ambiental (X_{MA})	0,20
Valor de importancias el índice de priorización por salud ocupacional (X_{SO})	0,25

En la Tabla 3-7 se establece los valores de ponderación de las sustancias químicas para el índice global DANE y en la Tabla 3-8 se muestran los resultados de esta ponderación, arrojando resultados similares a las los obtenidos por los índices por consumo interno.

Siendo para el Tetracloroetileno.

$$I_{GDANE} = 0,40 * 0,15 + 0,04 * 0,15 + 0,27 * 0,25 + 1,00 * 0,25 + 0,72 * 0,20 = 0,53 \quad (3.1)$$

Tabla 3-8. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por el índice global DANE

SQI	I _{SGA}	I _{SO}	I _{MA}	I _{AM}	I _{CIIU}	I _{GDANE}
Tetracloroetileno (percloroetileno)	0,27	1,00	0,72	0,40	0,04	0,53
Cloruro de vinilo	0,17	0,88	0,90	0,00	0,00	0,44
Ácido sulfúrico	0,18	0,09	0,61	0,90	0,63	0,42
Tricloroetileno	0,26	0,87	0,63	0,00	0,00	0,41
Ácido clorhídrico – muriático	0,33	0,02	0,51	0,90	0,51	0,40
Hidróxido de sodio	0,13	0,02	0,24	1,00	1,00	0,39
Cloroformo	0,21	0,73	0,63	0,10	0,04	0,38
Cloruro de metileno	0,16	0,73	0,63	0,00	0,18	0,38
Tetracloruro de carbono	0,23	0,74	0,55	0,10	0,02	0,37
Tolueno	0,21	0,03	0,61	0,90	0,24	0,35

Índice Global DIAN

Se plantea en la Ecuación (3.2) el índice global por departamento de manera similar a la Ecuación (3.1) establecida anteriormente, ponderado con un mayor valor las variables relacionadas a la salud, y se tiene en cuenta este caso el índice por departamento de la base de datos de la DIAN.

$$I_{GDEP} = I_{DEP}X_{DEP} + I_{SGA}X_{SGA} + I_{SO}X_{SO} + I_{MA}X_{MA} \quad (3.2)$$

I_{GDANE} : Es el índice Global DIAN

$I_{DEP}, I_{SGA}, I_{SO}, I_{MA}$: Es el índice de priorización por departamentos, Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente.

$X_{DEP}, X_{SGA}, X_{SO}, X_{MA}$: Es el valor de importancias para los índices de priorización por departamentos, Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente.

Tabla 3-9. Valores de importancias para los índices de priorización involucrados en el índice global DIAN.

Índice asociado al valor de importancia	Valor de Importancia
Valor de importancias el índice de priorización por departamentos (X_{DEP})	0,20
Valor de importancias el índice de priorización por Sistema Globalmente Armonizado (X_{SGA})	0,30
Valor de importancias el índice de priorización por movilidad ambiental (X_{MA})	0,20
Valor de importancias el índice de priorización por salud ocupacional (X_{SO})	0,30

En la Tabla 3-9 se muestran los valores de importancias respecto al índice global DIAN, en este se muestra una pequeña variación respecto al anterior ya que posee menos importancias el consumo externo y se tiene más importancias en los peligros. La Tabla 3-10 muestra los resultados del índice de priorización global por departamentos, en este se aprecian sustancias con mayor grado de peligro que en la Tabla 3-8, todas asociadas al cáncer por el Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) [72] y el Sistema Globalmente Armonizado, al mismo tiempo todos están presentan una alta movilidad en el ambiente y están asociados a peligros por el SGA y por enfermedades asociadas a la salud ocupacional.

Siendo para el Tetracloroetileno

$$I_{GDIAN} = 0,38 * 0,20 + 0,27 * 0,30 + 1,00 * 0,30 + 0,72 * 0,20 = 0,53 \quad (3.2)$$

Tabla 3-10. Primeros diez puntajes para SQI priorizadas por el índice global DIAN.

SQI	I _{SGA}	I _{SO}	I _{MA}	I _{DEP}	I _{GDIAN}
Tetracloroetileno (percloroetileno)	0,27	1,00	0,72	0,38	0,60
Tricloroetileno	0,26	0,87	0,63	0,31	0,53
Cloruro de vinilo	0,17	0,88	0,90	0,08	0,51
Cloruro de metileno	0,16	0,73	0,63	0,46	0,49
Cloroformo	0,21	0,73	0,63	0,23	0,45
Arsénico blanco o ácido arsénico	0,24	0,73	0,41	0,23	0,42
Tetracloruro de carbono	0,23	0,74	0,55	0,00	0,40
Bromometano (bromuro de metilo).	0,13	0,77	0,56	0,08	0,40
1,2- dicloroetano	0,11	0,73	0,63	0,08	0,39
Arsénico	0,18	0,74	0,51	0,08	0,39

La generación de los Índices de priorización globales, que se presentaron en la Tabla 3-9 y 3-10, son solo una muestra de los resultados que se pueden obtener aplicando la metodología desarrollada. La metodología en cuestión contribuye al desarrollo del objetivo general (Fortalecer la gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas en todo su ciclo de vida) y a los objetivos específicos (Establecer los elementos técnicos y normativos para la gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas de uso industrial; Establecer los elementos técnicos y normativos para la prevención de accidentes mayores asociados al uso de sustancias químicas) del CONPES 3868. Se podrían generar más índices y cambiar valores de importancia, analizando más sustancias, pero ya se demostró que puede ser una herramienta de gran utilidad y versátil para entes gubernamental e instituciones privadas.

3.7 Evaluación de un área metropolitana específica y priorización de un sector industrial

En la generación del método se encuentran algunas problemáticas como son el hecho de que las bases de datos son encuestas en las cuales no se obliga al 100%, el reporte de sustancias químicas, además también se encuentra que hay muchas sustancias químicas las cuales deben ser estudiadas pues carecen de información la cual es relevante, inclusive en bases de datos internacionales hay carencia de las mismas.

Respecto a los listados priorización encontrado se pueden hacer infinidad de análisis solo con modificar los valores de importancia, de cada una de las variables y sub-variables, pero los que sí es claro que Bogotá visto como departamento y como área metropolitana, presenta un potencial riesgo ante la exposición a sustancias químicas de uso industrial.

Con base en el diagnóstico de priorización de sustancias químicas de uso industrial por consumo interno (Figura 3-1) y externo (Figura 3-3) se tiene claramente que Bogotá es tanto el departamento como el área metropolitana priorizada. Se tiene que para Bogotá se usan 417 sustancias químicas con el filtro por área metropolitanas y departamentos de las 438 del total trabajado, con esto se aplica el índice de priorización en Bogotá, dando un valor de importancias de 0,30 al índice de movilidad ambiental, 0,35 al índice de salud ocupacional y 0,35 al índice por Sistema Globalmente Armonizado y se aplica la Ecuación (3.3).

$$I_{BOG} = I_{SGA}X_{SGA} + I_{SO}X_{SO} + I_{MA}X_{MA} \quad (3.3)$$

Donde

I_{BOG} : Es el índice de priorización en el área metropolitana de Bogotá

I_{SGA}, I_{SO}, I_{MA} : Es el índice de priorización por, Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente.

X_{SGA}, X_{SO}, X_{MA} : Es el valor de importancias para los índices de priorización por Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente

Siendo para el Tetracloroetileno

$$I_{BOG} = 0,27 * 0,35 + 1,00 * 0,35 + 0,72 * 0,3 = 0,53 \quad (3.3)$$

Tabla 3-11. Índice de priorización de SQI para el área metropolitana de Bogotá

DESCRIPCION	I _{SGA}	I _{SO}	I _{MA}	I _{BOG}
Tetracloroetileno (percloroetileno)	0,27	1,00	0,72	0,66
Tricloroetileno	0,26	0,87	0,63	0,59
Cloroformo	0,21	0,73	0,63	0,52
Tetracloruro de carbono	0,23	0,74	0,55	0,50
Cloruro de metileno	0,16	0,73	0,63	0,50
1,2-dicloroetano	0,11	0,73	0,63	0,48
Bromometano (bromuro de metilo).	0,13	0,77	0,56	0,48
Arsénico	0,18	0,74	0,51	0,47
Arsénico blanco o ácido arsénico	0,24	0,73	0,41	0,46
Dodecilbenceno	0,06	0,21	1,00	0,39

En la Tabla 3-11, se debe destacar qué es muy similar a las anteriores (Tabla 3-9 y Tabla 3-10), pero en esta se eliminaron las sustancias químicas que no se consumen o importan a Bogotá y las que no tenían datos registrados, aunque posiblemente si se consumen en Bogotá.

Al revisar los grupos industriales de la primera sustancia de la Tabla 3-11 se encuentra clasificada en OTRO lo cual representa cierto grado de informalidad y sería el sector priorizado a evaluar, por lo que se decide realizar una breve investigación de las problemáticas que estén relacionadas esta SQI.

Revisando los diferentes listados priorización de sustancias químicas de uso industrial se encuentra que la SQI con mayor frecuencias es el tetracloroetileno, al revisar diversos autores se encuentra que el tetracloroetileno es un problema general en diversos países, como Australia, Chile, Venezuela y Estados Unidos, y su principal uso se encuentra principalmente en las pequeñas empresas del sector asociado a lavandería y lavaseco [73] [74] [75].

Según algunos estudios en Europa se tiene que para el 9,7% de los centros de trabajo estudiados el índice de exposición obtenido a la sustancia química en cuestión fue mayor que la unidad, en estos casos según los índices establecidos en Europa la exposición es inaceptable y debe corregirse. [76] Mientras que en Chile, se encuentra que de las muestras tomadas en lavanderías el 52%, están sobre el nivel de acción de 74,5 mg/m³

($\frac{1}{2}$ del LPP³⁶), con un 26% de las muestras sobre el límite permisible LPP, alcanzando algunas muestras niveles del orden de 9 veces el límite, resultados que indican que en los lavasecos muestreados se tienen condiciones de sobreexposición para la jornada, este es un país muy similar a Colombia en cuestión de cultura, políticas y calidad de vida, por tal motivo es posible que se presente situaciones similares [77].

Llegando particularmente a Bogotá no se tienen estudios claros de la problemática, se encuentran algunas tesis, pero realmente la información es poca, se evidencia un artículo periodístico en el cual se dice que se realizaría una capacitación para 500 lavanderías, lavasecos, empresas de aseo y tintorerías por parte Fenalco³⁷ respecto al tema, pero esta solo se realizó para los empresarios a la cabeza de estos negocios más no a los trabajadores. [78] [79]

Según un estudio realizado en Bogotá se logró determinar que la mayor concentración de vapores emitidos durante el proceso de lavado en seco se concentran durante el cargue del contenedor de la maquina con percloroetileno y extracción de lodos de la máquina, con un TLV-STEL de 530 mg/m³ equivalente a 75 ppm en 27 minutos y un TLV-TWA lo que lo convierte en una exposición de riesgo alto, a esto se le suma la alta movilidad ambiental de la sustancias dando vía rápidas a las diferentes vías de acceso del contaminante al ser humano [68]

En otro estudio se concluye que la industria de lavasecos en Bogotá presenta en general condiciones deficientes de ventilación, almacenamiento del PERC, manejo de los residuos sólidos y líquidos, condiciones de seguridad y no se tiene un conocimiento pleno del riesgo laboral al cual se está expuesto por parte de los trabajadores [9].

³⁶ Límite permisible ponderado

³⁷ Fenalco: Federación Nacional de Comerciantes [95]

Con base a los índices de priorización y a lo mencionado anteriormente se tiene la industria de la lavandería y lavaseco como un punto clave de riesgo a la salud humana y al medio ambiente.

Para la priorización por grupo industrial se toma el grupo 2411 (fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados), mencionado en la Figura 3-2, como el más el grupo industrial con mayor uso de sustancias químicas, en este se realiza una priorización similar a la de Bogotá con los mismos valores de importancias para movilidad ambiental, salud ocupacional y Sistema Globalmente Armonizado, considerando la Ecuación (3.4), la cual tendría la misma estructura que la Ecuación (3.3).

$$I_{CIU\ 2411} = I_{SGA}X_{SGA} + I_{SO}X_{SO} + I_{MA}X_{MA} \quad (3.3)$$

Donde

$I_{CIU\ 2411}$: Es el índice de priorización en el CIU 2411

I_{SGA}, I_{SO}, I_{MA} : Es el índice de priorización por, Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente.

X_{SGA}, X_{SO}, X_{MA} : Es el valor de importancias para los índices de priorización por Sistema Globalmente Armonizado, salud ocupacional y movilidad ambiental respectivamente

Siendo para el benceno

$$I_{CIU\ 2411} = 0,28 * 0,35 + 0,32 * 0,63 + 0,72 * 0,3 = 0,53 \quad (3.3)$$

Tabla 3-12. Listado de las diez primeras sustancias priorizadas por el CIU 2411

DESCRIPCION	I_{SGA}	I_{SO}	I_{MA}	$I_{CIU\ 2411}$
Benceno	0,28	0,32	0,63	0,40
Cloro	0,24	0,04	0,66	0,30
Ciclohexano	0,14	0,00	0,80	0,29
Anhídrido maleico	0,25	0,00	0,66	0,29
Estireno	0,24	0,04	0,61	0,28
P Xileno	0,18	0,06	0,66	0,28
Anhídrido ftálico	0,18	0,00	0,72	0,28
Anhídrido trimelítico	0,15	0,00	0,76	0,28
Ácido sulfúrico	0,18	0,09	0,61	0,28
Ácido clorhídrico - muriático	0,33	0,02	0,51	0,28

En la Tabla 3-12 se puede apreciar que muchas SQI desaparecen porque éstas se limita solo a la información del DANE y específicamente a la ligada al 2411, el cual es un sector muy amplio, sin embargo vale la pena resalta su importancia y las sustancias químicas que se manejan, en ellas se ve en primera posición al Benceno el cual es considerado cancerígeno, y otras sustancias en su mayoría inflamables, preocupante el índice asignado por movilidad ambiental, puesto que todas estas sustancias tienen cierto grado de peligro en toxicidad aguda y al ser inhaladas entran a los pulmones y de allí directamente a la sangre, una vez en la sangre, este es el medio para generar una exposición interna en todos los órganos (pulmones, corazón, páncreas, hígado, riñones etc), y muchas son inflamables, lo cual las hace a todas potencialmente susceptibles un evento tecnológico (derrame, fuga, explosión o incendio) aunque en su mayoría tengan un bajo valor en salud ocupacional.

Se podrían analizar más situación problemas identificadas por los índices de priorización de sustancias químicas de uso industrial, pero el principal objeto del estudio es el desarrollo de la priorización mas no el análisis de las diversas situaciones específicas o problema.

3.8 Posibles soluciones a las sustancias químicas de uso industrial problema identificadas.

Se han identificado más de 400 sustancias químicas las cuales tienen un índice cercano a la unidad respecto a las variables definidas y se presentan en diversos sectores del país desde las grandes empresas hasta las pequeñas empresas. Se determinó una situación preocupante especialmente en las pequeñas empresas en las cuales los operarios tienen exposición constante a estas sustancias químicas y se encuentran con recursos limitados respecto a los equipos de protección personal específicos para las mismas [80] [81] [82].

Plantear soluciones efectivas requiere otro estudio teniendo en cuenta factores sociales, económicos, ambientales y demográficos, sin embargo, este estudio relaciona una muy buena primera aproximación en la cual se pueden identificar los sectores y en cierta medida el grado de problema.

La solución efectiva se puede dar cuando se cambien las sustancias químicas en cuestión por otras igual de efectivas y que no sean nocivas para la salud humana o el medio ambiente, la Guía para la sustitución de químicos peligros en el sector salud el elaborado por Salud sin Daño y con el apoyo de del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM) [83] se describen los pasos que se deben tener en cuenta para la sustitución de sustancias químicas peligrosas en los establecimientos de salud.

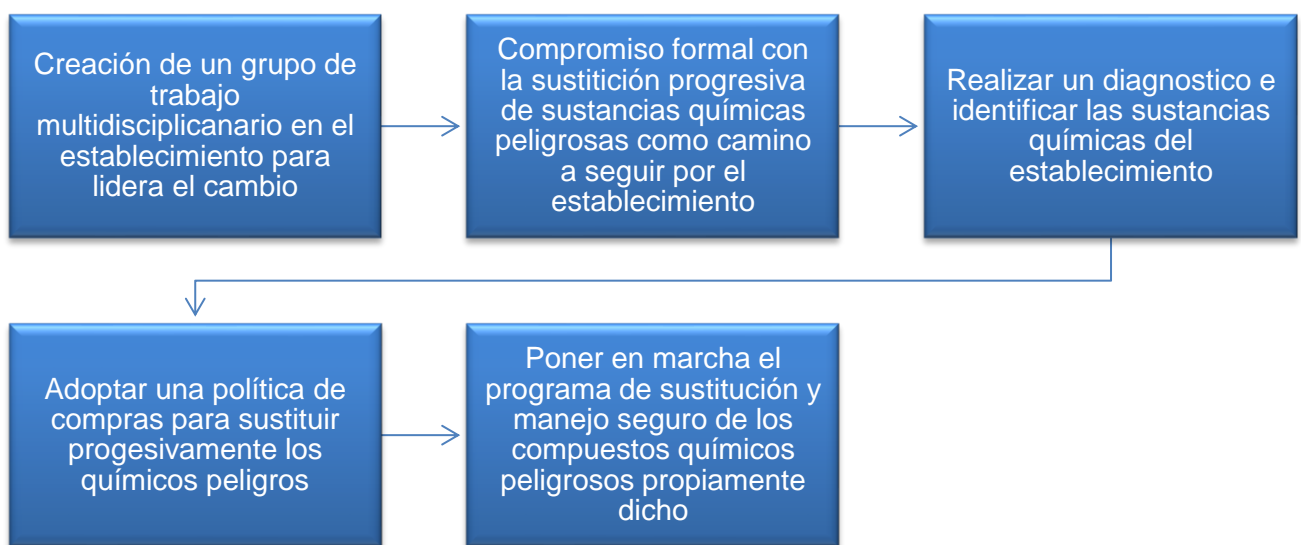


Figura 3-10. Pasos para establecer un plan de sustitución y manejo más seguro de sustancias químicas peligrosas en los establecimientos de salud

Las otras soluciones están ligadas al uso correcto y constante de los equipos de protección personal por la empresa y los empleados como se muestra en la Figura 3-10, esto siempre deben estar certificados y avalados por los entes de control locales. [84] [85]

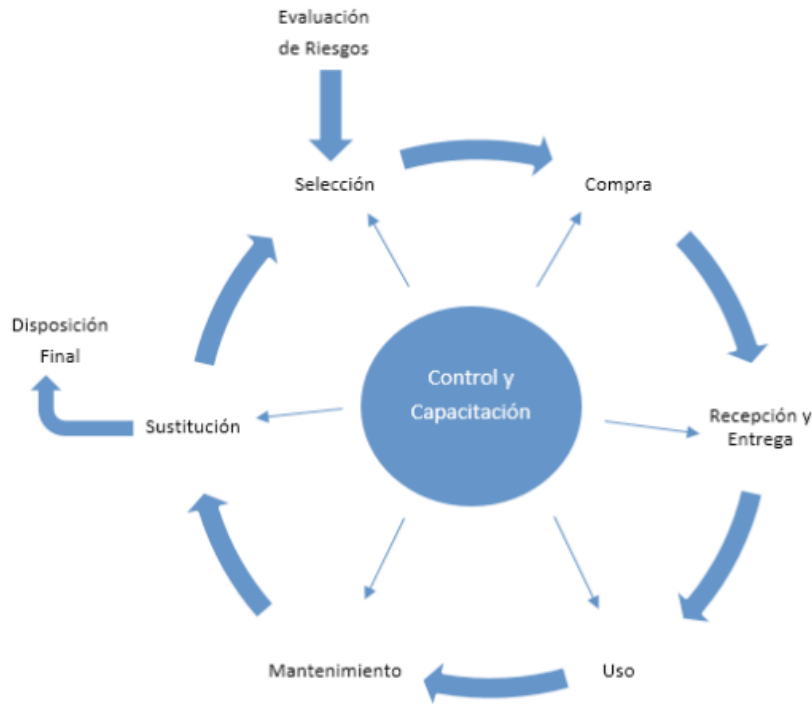


Figura 3-11. Modelo de Gestión de los EPP en la Empresa [86]

Sin embargo, un adecuado uso de EPP's debe ir acompañado de una adecuada gestión de la disposición de las sustancias químicas teniendo en cuenta el ciclo de vida de las sustancias químicas [10](Figura 3-11) y así mismo evitando la generación de residuos peligrosos y las pérdidas de materiales al medio ambiente, los cuales pueden llegar afectar la vida en sus diferentes formas, en el caso particular de tetracloroetileno, si una persona llega a disponerlo sin tener lo conocimientos adecuados podría llegar afectar los cuerpos de agua y en caso de llegar a incinerarlo podría generar dioxinas y furanos, los cuales son altamente tóxicos para el ser humano. El gobierno es clave en esta solución planteando políticas de estado que permitan mitigar o eliminar el uso de estas sustancias químicas

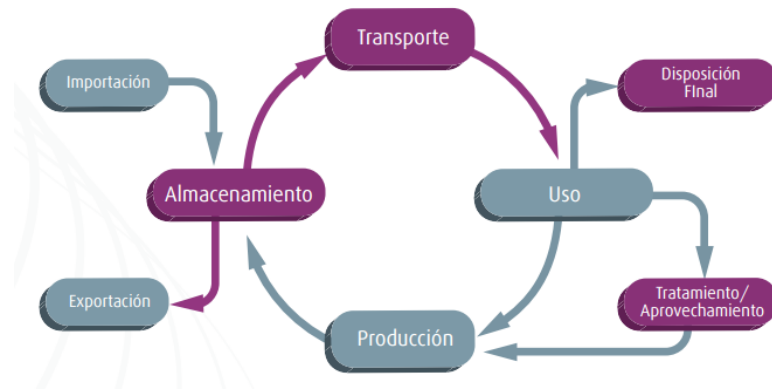


Figura 3-12. Ciclo de vida de la sustancia química.

4. Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Se generó un diagnóstico parcial actualizado a 2016 del uso de sustancias químicas en Colombia, en relación a peligros acorde al SGA, movilidad en el ambiente y aspectos ocupacionales, resaltando estos aspectos en el uso de sustancias en las áreas metropolitanas, los sectores CIIU, se destacaron las grandes capitales Barranquilla, Bogotá, Medellín y Cali, junto con sus departamentos y áreas metropolitanas asociadas.

En estas se encontraron sustancias químicas de uso industrial masivo como son ácidos y bases inorgánicas junto con solventes orgánicos asociados al cáncer, como principales sustancias priorizadas.

Se realizó la cuantificación de las sustancias químicas de uso industrial por consumo, producción, importación y exportación en Colombia para año 2016, debido a las encuestas más actuales que se tiene respecto a los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, sin embargo, no se hace mucho énfasis con respecto a los datos de exportación y producción, debido a que estos se generan en menor cantidad haciendo sus resultados no presenten valores significativos y Colombia no es un gran productor de sustancias químicas de uso industrial, además el enfoque de estudio va más al uso de las sustancias químicas industrial es y no fue necesario hacer tanto énfasis en su producción y exportación.

El análisis de movilidad al ambiente mostró que las sustancias químicas empleadas en Colombia relacionadas en el estudio tienen una afinidad preferente hacia al agua, seguida de una afinidad a la biota animal, mientras que la afinidad al aire resulto ser solo del 9% un valor relativamente bajo para ser el aire el vehículo en la vía de acceso respiratoria, la más crítica de las vías de acceso al organismo.

Se clasificaron las sustancias químicas de uso industrial con base a su movilidad en el ambiente, parámetros de salud ocupacional, y los peligros establecidos por el SGA, identificando sustancias químicas de alta peligrosidad que no se han contemplado previamente como sustancias controladas como es el caso del ácido fosfórico, el hidróxido de potasio entre otros, también se identifican ciertos sectores industriales como son las lavanderías las cuales utilizan tetracloroetileno la cual es una sustancia química altamente peligrosa y asociada al cáncer entre otras enfermedades con una alta movilidad en el medio ambiente.

El trabajo realizado puede ser de gran utilidad para las entidades gubernamentales ya que se alinea con lo establecido en el CONPES 3868-POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL USO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS-, contribuyendo a el cumplimiento de su objetivo general es cual es *“Fortalecer la gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas en todo su ciclo de vida”*.

Los índices de priorización para sustancias químicas de uso industrial establecidos en este Trabajo de Tesis de Maestría, pueden contribuir en el cumplimiento parcial de los objetivos 1 y 2, planteados en el CONPES 3868. (Objetivo 1. Establecer los elementos técnicos y normativos para la gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas de uso industrial. y Objetivo 2. Establecer los elementos técnicos y normativos para la prevención de accidentes mayores asociados al uso de sustancias químicas)

Se realizó una priorización para el área de metropolitana de Bogotá, en la cual se priorizó el sector específico de la lavandería, se evidenció que es un sector del cual se encuentra mucha presencia con prácticas informales en la ciudad, además este suele estar en zonas residenciales, al usar en su proceso el tetracloroetileno presenta un potencial peligro que puede llegar a ser de alto riesgo para los trabajadores, vecinos y la comunidad en general como así mismo para el medio ambiente.

Se priorizó un grupo industrial específico, el 2411(fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados), en cual se identificó

que la SQI con mayor índice de priorización es el benceno, esta es altamente cancerígena, inflamable y además está ligada a muchos peligros por el SGA, de esta priorización también se destaca que las diez sustancias priorizadas tiene características de toxicidad o inflamabilidad y todas poseen una alta movilidad ambiental, aumentando la posibilidad de riesgo por un evento tecnológico (derrame, fuga, incendio o explosión).

Se generaron índices de exposición a las sustancias por salud ocupacional, por movilidad ambiental y por los peligros establecidos por el Sistema Globalmente Armonizado para las áreas metropolitanas, los sectores industriales CIU y los departamentos con datos de la DIAN, en esto se pudo notar una diferencia considerable, teniendo por el DANE una prevalencia en ácidos y bases inorgánicas, mientras que por el los datos de la DIAN se tiene solventes orgánicas asociados a mayores peligros.

Se muestran las variables de movilidad ambiental como una herramienta clave que permite identificar el potencial de una sustancia química a afectar al ser humano ya sea por la inhalación de la sustancia, como por la ingestión o bioacumulación de la misma.

Se define una metodología para priorizar sustancias químicas por salud ocupacional, identificando sustancias químicas clave relacionadas a diversos grupos de enfermedades altamente peligrosas en diferentes instancias en Colombia.

4.2 Recomendaciones

La información asociada al consumo, producción, importación y exportación de sustancias químicas de uso industrial es limitada en las bases de datos que se tienen, por lo que se sugiere un registro con datos más específicos evitando unificación de grupos de sustancias químicas de uso industrial, con el fin de evaluar de forma más detallada los potenciales impactos negativos a la salud humana y al medio ambiente en las instancias evaluadas en el presente estudio, como de las que se pueden generar con la misma base.

Es necesario ser más rigurosos en la encuesta del DANE por lo que se presentan muchos datos sesgados con información faltante, relacionada tanto a los grupos industriales como a las áreas metropolitanas.

Los datos de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias químicas de uso industrial asociados a la Movilidad Ambiental, los peligros según el Sistema Globalmente Armonizado y las enfermedades asociadas a la exposición laboral, se encuentran escasos en base de datos oficiales por los entes gubernamentales, por tal motivo se sugiere que se tengan estudios en Colombia o revistas científicas avaladas en los cuales se pueda confiar en la información tomada.

Se recomienda aumentar las políticas ambientales y de salud pública asociadas a algunas de sustancias químicas previamente mencionadas, debido a que éstas no tienen un seguimiento adecuado y pueden estar generando o han generado casos de mortalidad y morbilidad en la población.

Se considera preciso realizar un estudio que pueda ampliar los valores de salud ocupacional que se trabajaron en este estudio, es decir, realizar un análisis más específico de cada una de las enfermedades asociadas a los grupos de enfermedades descritas, analizar los tiempos de exposición considerando las vías de acceso, realizar una valoración en puntaje para cada una de éstas enfermedades y ampliar el número de sustancias químicas relacionadas a enfermedades laborales.

Este estudio fue diseñado considerando principalmente la afectación directa a la salud del ser humano debido a la presencia de sustancias químicas, sin embargo, se recomienda realizar un estudio que incluya variables de afectación indirecta como son algunos gases que afecten la capa de ozono, siendo estas sustancias de cuidado por su potencial a generar daño a la salud, pero no por su exposición, sino por las reacciones que estas generan al llegar a la capa de ozono.

Se sugiere ampliar los datos relacionados al transporte de las sustancias químicas debido a que está información organizada es muy limitada, se tiene la información que ofrece la DIAN, la cual al ser verificada se encuentran muchas variables de interés que podrían dar más insumos significativos a trabajos similares a este, sin embargo, éstas no se tuvieron en cuenta debido a que no entraban dentro del alcance.

5.Anexos 5

5.1 Anexo 5.1: Listado de secciones y capítulos arancelarios implementados por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

En la Tabla 5-1, se muestra el listado de secciones y capítulos arancelarios, el cual establece el origen de la clasificación de los códigos arancelarios.

Tabla 5-1. Listado de secciones y capítulos arancelarios. [17] [16]

Secciones	Capitulo
I. ANIMALES VIVOS Y PRODUCTOS DEL REINO ANIMAL	<p>01 Animales Vivos</p> <p>02 Carnes y despojos comestibles.</p> <p>03 Pescados y crustáceos, moluscos y otros invertebrados acuáticos.</p> <p>04 Leche y productos lácteos; huevos de ave; miel natural; productos comestibles de origen animal no expresados ni comprendidos en otros capítulos.</p> <p>05 Los demás productos de origen animal no expresados ni comprendidos en otros capítulos.</p>
II. PRODUCTOS DEL REINO VEGETAL	<p>06 Plantas vivas y productos de la floricultura</p> <p>07 Legumbres y hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios</p> <p>08 Frutos comestibles, cortezas de agrios o de melones</p> <p>09 Café, té, yerba mate y especias</p> <p>10 Cereales.</p> <p>11 Productos de la molinería; malta; almidón y fécula; inulina; gluten de trigo</p>
	<p>12 Semillas y frutos oleaginosos; semillas y frutos diversos; plantas industriales o medicinales; paja y forraje</p> <p>13 Gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales</p> <p>14 Materias trenzables y demás productos de origen vegetal, no expresados ni comprendidos en otros capítulos</p>

<p>III. GRASAS Y ACEITES ANIMALES O VEGETALES; PRODUCTOS DE SU DESDOBLAMIENTO; GRASAS ALIMENTICIAS ELABORADAS CERAS DE ORIGEN ANIMAL O VEGETAL</p>	<p>15 Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas, ceras de origen animal o vegetal</p>
<p>IV. PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS; BEBIDAS, LÍQUIDOS ALCOHÓLICOS Y VINAGRE; TABACOS Y SUCEDÁNEOS DEL TABACO ELABORADOS</p>	<p>16 Preparaciones de carne, de pescado o de crustáceos, de moluscos o de otros invertebrados acuáticos</p> <p>17 Azúcares y artículos de confitería</p> <p>18 Cacao y sus preparaciones</p> <p>19 Preparaciones a base de cereales, harina, almidón, fécula o leche; productos de pastelería</p> <p>20 Preparaciones de legumbres u hortalizas, de frutos o de otras partes de plantas</p> <p>21 Preparaciones alimenticias diversas</p> <p>22 Bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre</p> <p>23 Residuos y desperdicios de las industrias alimentarias; alimentos preparados para animales</p> <p>24 Tabacos y sucedáneos del tabaco, elaborados</p>
<p>V.PRODUCTOS MINERALES</p>	<p>25 Sal; azufre; tierras y piedras; yesos, cales y cementos</p> <p>26 Minerales, escorias y cenizas</p> <p>27 Combustibles minerales, aceites minerales y productos de su destilación; materias bituminosas; ceras minerales.</p>
<p>VI. PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS O DE LAS INDUSTRIAS CONEXAS</p>	<p>28 Productos químicos inorgánicos; compuestos inorgánicos u orgánicos de los metales preciosos, de los elementos radiactivos, de los metales de las tierras raras o de isótopos</p> <p>29 Productos químicos orgánicos</p> <p>30 Productos farmacéuticos</p>

	<p>31 Abonos</p> <p>32 Extractos curtientes o tintóreos; taninos y sus derivados; pigmentos y demás materias colorantes; pinturas y barnices; mástiques; tintas</p> <p>33 Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador o de cosmética.</p> <p>34 Jabones, agentes de superficie orgánicos preparaciones para lavar, preparaciones lubricantes, ceras artificiales, ceras preparadas, productos de limpieza, velas y artículos similares, pasta para modelar, «ceras para odontología» y preparaciones para odontología a base de yeso</p> <p>35 Materias albuminoideas; productos a base de almidón o de fécula modificados; colas, enzimas</p> <p>36 Pólvoras y explosivos; artículos de pirotecnia; fósforos (cerillas); aleaciones pirofóricas; materias inflamables</p> <p>37 Productos fotográficos o cinematográficos</p> <p>38 Productos diversos de las industrias químicas</p>
<p>VII. MATERIAS PLÁSTICAS Y MANUFACTURAS DE ESTAS MATERIAS; CAUCHO Y MANUFACTURAS DE CAUCHO</p>	<p>39 Materias plásticas y manufacturas de estas materias</p> <p>40 Caucho y manufacturas de caucho.</p>
<p>VIII. PIELES, CUEROS, PELETERÍA Y MANUFACTURAS DE ESTAS MATERIAS; ARTÍCULOS DE GUARNICIONERÍA O DE TALABARTERÍA; ARTÍCULOS DE VIAJE; BOLSOS DE MANO Y CONTINENTES SIMILARES; MANUFACTURAS DE TRIPA</p>	<p>41 Pieles (excepto la peletería) y cueros</p> <p>42 Manufacturas de cuero; artículos de guarnicionería y de talabartería; artículos de viaje; bolsos de mano y continentes similares; manufacturas de tripa.</p> <p>43 Peletería y confecciones de peletería; peletería artificial o facticia</p>

<p>IX. MADERA, CARBÓN VEGETAL Y MANUFACTURAS DE MADERA; CORCHOS Y MANUFACTURAS DE CORCHO; MANUFACTURAS DE ESPARTERÍA O DE CESTERÍA</p>	<p>44 Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera</p> <p>45 Corcho y sus manufacturas</p> <p>46 Manufacturas de espartería o de cestería</p>
<p>X. PASTA DE MADERA O DE OTRAS MATERIAS FIBROSAS CELULÓSICAS; DESPERDICIOS Y DESECHOS DE PAPEL O CARTÓN; PAPEL, CARTÓN Y SUS APLICACIONES</p>	<p>47 Pasta de madera o de otras materias fibrosas celulósicas; desperdicios y desechos de papel o cartón</p> <p>48 Papel y cartón; manufacturas de pasta de celulosa, de papel o de cartón</p> <p>49 Productos editoriales, de la prensa o de otras industrias gráficas; textos manuscritos o mecanografiados y planos.</p>
<p>XI. MATERIAS TEXTILES Y SUS MANUFACTURAS</p>	<p>50 Seda</p> <p>51 Lana y pelo fino u ordinario; hilados y tejidos de crin.</p> <p>52 Algodón.</p> <p>53 Las demás fibras textiles vegetales; hilados de papel y tejidos de hilados de papel.</p> <p>54 Filamentos sintéticos o artificiales.</p> <p>55 Fibras sintéticas o artificiales discontinuas.</p> <p>56 Guata, fieltro y telas sin tejer; hilados especiales; cordeles, cuerdas y cordajes; artículos de cordelería.</p> <p>57 Alfombras y demás revestimientos para el suelo, de materias textiles</p> <p>58 Tejidos especiales; superficies textiles con pelo insertado; encajes; tapicería; pasamanería; bordados.</p> <p>59 Tejidos impregnados, recubiertos, revestidos o estratificados; artículos técnicos de materias textiles.</p> <p>60 Tejidos de punto.</p> <p>61 Prendas y complementos de vestir, de punto.</p>

	<p>62 Prendas y complementos de vestir, excepto los de punto.</p> <p>63 Los demás artículos textiles confeccionados; surtidos; prendería y trapos.</p>
<p>XII. CALZADO, SOMBRERERÍA, PARAGUAS, QUITASOLES, BASTONES, LÁTIGOS, FUSTAS Y SUS PARTES; PLUMAS PREPARADAS Y ARTÍCULOS DE PLUMAS; FLORES ARTIFICIALES, MANUFACTURAS DE CABELLO</p>	<p>64 Calzado, polainas, botines y artículos análogos; partes de estos artículos.</p> <p>65 Artículos de sombrerería y sus partes</p> <p>66 Paraguas, sombrillas, quitasoles, bastones, bastones asiento, látigos, fustas y sus partes.</p> <p>67 Plumaz y plumón preparados y artículos de plumas o plumón; flores artificiales; manufacturas de cabellos.</p>
<p>XIII. MANUFACTURAS DE PIEDRA, YESO, CEMENTO, AMIANTO, MICA O MATERIAS ANÁLOGAS, PRODUCTOS CERÁMICOS; VIDRIOS Y MANUFACTURAS DE VIDRIO</p>	<p>68 Manufacturas de piedra, yeso, cemento, amianto, mica o materias análogas.</p> <p>69 Productos cerámicos</p> <p>70 Vidrio y manufacturas de vidrio.</p>
<p>XIV PERLAS FINAS O CULTIVADAS, PIEDRAS PRECIOSAS Y SEMIPRECIOSAS O SIMILARES, METALES PRECIOSOS. CHAPADOS DE METALES PRECIOSOS Y MANUFACTURAS DE ESTAS MATERIAS; BISUTERÍA; MONEDAS</p>	<p>71 Perlas finas o cultivadas, piedras preciosas y semipreciosas o similares, metales preciosos chapados de metales preciosos y manufacturas de estas materias; bisutería; monedas.</p>
<p>XV. METALES COMUNES Y MANUFACTURAS DE ESTOS METALES</p>	<p>72 Fundición, hierro y acero.</p> <p>73 Manufacturas de fundición, de hierro o de acero.</p> <p>74 Cobre y manufacturas de cobre.</p> <p>75 Níquel y manufacturas de níquel.</p>

	<p>76 Aluminio y manufacturas de aluminio.</p> <p>77 (Reservado para una futura utilización en el sistema armonizado).</p> <p>78 Plomo y manufacturas de plomo.</p> <p>79 Cinc y manufacturas de cinc.</p> <p>80 Estaño y manufacturas de estaño.</p> <p>81 Los demás metales comunes; «cermets»; manufacturas de estas materias.</p> <p>82 Herramientas y útiles, artículos de cuchillería y cubiertos de mesa, de metales comunes, partes de estos artículos, de metales comunes.</p> <p>83 Manufacturas diversas de metales comunes.</p>
<p>XVI. MÁQUINAS Y APARATOS, MATERIAL ELÉCTRICO Y SUS PARTES; APARATOS DE GRABACIÓN O LA REPRODUCCIÓN DE SONIDO, APARATOS DE GRABACIÓN O LA REPRODUCCIÓN DE IMÁGENES Y SONIDO EN TELEVISIÓN Y LAS PARTES Y ACCESORIOS DE ESTOS APARATOS</p>	<p>84 Reactores nucleares, calderas, máquinas, aparatos y artefactos mecánicos; partes de estas máquinas o aparatos.</p> <p>85 Máquinas, aparatos y material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imágenes y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos.</p>
<p>XVII. MATERIAL DE TRANSPORTE</p>	<p>86 Vehículos y material para vías férreas o similares y sus partes; aparatos mecánicos (incluso electromecánicos) de señalización para vías de comunicación.</p> <p>87 Vehículos automóviles, tractores, ciclos y demás vehículos terrestres, sus partes y accesorios.</p> <p>88 Navegación aérea o espacial.</p> <p>89 Navegación marítima o fluvial.</p>

<p>XVIII. INSTRUMENTOS Y APARATOS DE ÓPTICA, FOTOGRAFÍA, CINEMATOGRAFÍA, DE MEDIDA, CONTROL O DE PRECISIÓN: INSTRUMENTOS Y APARATOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS; RELOJERÍA; INSTRUMENTOS DE MÚSICA; PARTES Y ACCESORIOS DE ESTOS INSTRUMENTOS O APARATO</p>	<p>90 Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o de precisión; instrumentos y aparatos médico-quirúrgicos; partes de estos instrumentos o aparatos.</p> <p>91 Relojería.</p> <p>92 Instrumentos musicales, partes y accesorios de estos instrumentos</p>
<p>XIX. ARMAS Y MUNICIONES Y SUS PARTES Y ACCESORIOS</p>	<p>93 Armas y municiones y sus partes y accesorios</p>
<p>XX. MERCANCÍAS Y PRODUCTOS DIVERSOS</p>	<p>94 Muebles; mobiliario médico-quirúrgico; artículos de cama y similares; aparatos de alumbrado no expresados ni comprendidos en otros capítulos; anuncios, letreros y placas indicadoras, luminosos y artículos similares; construcciones prefabricadas.</p> <p>95 Juguetes, juegos y artículos para recreo o para deporte; partes y accesorios.</p> <p>96 Manufacturas diversas.</p>
<p>XXI. OBJETOS DE ARTE, DE COLECCION O DE ANTIGÜEDAD</p>	<p>97 Objetos de arte, de colección o de antigüedad.</p> <p>98 Conjuntos industriales exportados de conformidad con el Reglamento 518179 de la Comisión.</p>

5.2 Anexo 5.2: Listado de los códigos de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas Revisión 3.1 adaptada para Colombia

A continuación, se muestra una serie de figuras en las cuales se presentan los códigos de los sectores industriales que fueron trabajados en el capítulo 3. Se muestran desde la división 15 hasta la división 45 partiendo de la Figura 5-1 y finalizando en la Figura 5-7.

Sección D	Industrias manufactureras (Divisiones 15 a 37)	
División 15		Elaboración de productos alimenticios y bebidas
	151	Producción, procesamiento y conservación de carne y pescado
	1511	Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos
	1512	Procesamiento y conservación de pescado y productos de pescado
	152	Procesamiento de frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas
	1521	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres y hortalizas
	1522	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
	153	1530 Elaboración de productos lácteos
	154	Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón, y de alimentos preparados para animales
	1541	Elaboración de productos de molinería
	1542	Elaboración de almidones y productos derivados del almidón
	1543	Elaboración de alimentos preparados para animales
	155	No asignado
	156	Elaboración de productos de café
	1561	Trilla de café
	1562	Descafeinado
	1563	Tostión y molienda del café
	1564	Elaboración de otros derivados del café
	157	Ingenios, refinерías de azúcar y trapiches
	1571	Fabricación y refinación de azúcar
	1572	Fabricación de panela
	158	Elaboración de otros productos alimenticios
	1581	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería
	1582	Elaboración de productos de panadería
	1583	Elaboración de macarrones, fideos, alcuquuz y productos farináceos similares
	1589	Elaboración de otros productos alimenticios ncp
	159	Elaboración de bebidas
	1591	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas
	1592	Elaboración de bebidas fermentadas no destiladas
	1593	Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas
	1594	Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales

Figura 5-1. Listado de códigos CIU de la división 15. [87]

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

Sección/División	Grupo	Clase	Descripción
División 16	160	1600	Fabricación de productos de tabaco Fabricación de productos de tabaco
División 17	171	1710	Fabricación de productos textiles Preparación e hilatura de fibras textiles
	172	1720	Tejedura de productos textiles
	173	1730	Acabado de productos textiles no producidos en la misma unidad de producción
	174		Fabricación de otros productos textiles
		1741	Confección de artículos con materiales textiles no producidos en la misma unidad, excepto prendas de vestir
		1742	Fabricación de tapices y alfombras para pisos
		1743	Fabricación de cuerdas, cordeles, cables, bramantes y redes
		1749	Fabricación de otros artículos textiles ncp
	175	1750	Fabricación de tejidos y artículos de punto y ganchillo
División 18			Confección de prendas de vestir; adobo y teñido de pieles
	181	1810	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel
	182	1820	Adobo y teñido de pieles; fabricación de artículos de piel
División 19			Curtido y adobo de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y similares; artículos de talabartería y guarnicionería
	191	1910	Curtido y adobo de cueros
	192		Fabricación de calzado
		1921	Fabricación de calzado de cuero y piel, con cualquier tipo de suela, excepto el calzado deportivo
		1922	Fabricación de calzado de materiales textiles, con cualquier tipo de suela, excepto el calzado deportivo
		1923	Fabricación de calzado de caucho, excepto el calzado deportivo
		1924	Fabricación de calzado de plástico, excepto el calzado deportivo
		1925	Fabricación de calzado deportivo, incluso el moldeado
		1926	Fabricación de partes del calzado
		1929	Fabricación de calzado ncp
	193		Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería
		1931	Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano, artículos similares elaborados en cuero, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería
		1932	Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares, elaborados en materiales sintéticos, plástico e imitaciones de cuero
		1939	Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano, y artículos similares elaborados con materiales ncp

Figura 5-2. Listado de códigos CIU de la división 16 a 19. [87]

Sección/División	Grupo	Clase	Descripción
División 20			Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería
	201	2010	Aserrado, acepillado e impregnación de la madera
	202	2020	Fabricación de hojas de madera para enchapado; fabricación de tableros contrachapados, tableros laminados, tableros de partículas y otros tableros y paneles
	203	2030	Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones
	204	2040	Fabricación de recipientes de madera
	209	2090	Fabricación de otros productos de madera; fabricación de artículos de corcho, cestería y espartería
División 21			Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
	210		Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
		2101	Fabricación de pastas celulósicas; papel y cartón
		2102	Fabricación de papel y cartón ondulado, fabricación de envases, empaques y de embalajes de papel y cartón
		2109	Fabricación de otros artículos de papel y cartón
División 22			Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones
	221		Actividades de edición
		2211	Edición de libros, folletos y otras publicaciones
		2212	Edición de periódicos, revistas y publicaciones periódicas
		2213	Edición de música
		2219	Otros trabajos de edición
	222	2220	Actividades de impresión
	223	2230	Actividades de servicios relacionadas con la impresión
	224	2240	Reproducción de grabaciones.
División 23			Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear
	231	2310	Fabricación de productos de hornos de coque
	232		Fabricación de productos de la refinación del petróleo
		2321	Fabricación de productos de la refinación del petróleo, elaborados en refinería
		2322	Elaboración de productos derivados del petróleo, fuera de refinería
	233	2330	Elaboración de combustible nuclear
División 24			Fabricación de sustancias y productos químicos
	241		Fabricación de sustancias químicas básicas
		2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
		2412	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
		2413	Fabricación de plásticos en formas primarias
		2414	Fabricación de caucho sintético en formas primarias

Figura 5-3. Listado de códigos CIIU de la división 20 a 24. [87]

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

Sección/División	Grupo	Clase	Descripción
	242		Fabricación de otros productos químicos
		2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario
		2422	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas
		2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos
		2424	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador
		2429	Fabricación de otros productos químicos ncp
	243	2430	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales
División 25			Fabricación de productos de caucho y de plástico
	251		Fabricación de productos de caucho
		2511	Fabricación de llantas y neumáticos de caucho
		2512	Reencauche de llantas usadas
		2513	Fabricación de formas básicas de caucho
		2519	Fabricación de otros productos de caucho ncp
	252		Fabricación de productos de plástico
		2521	Fabricación de formas básicas de plástico
		2529	Fabricación de artículos de plástico ncp
División 26			Fabricación de otros productos minerales no metálicos
	261	2610	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
	269		Fabricación de productos minerales no metálicos ncp
		2691	Fabricación de productos de cerámica no refractaria, para uso no estructural
		2692	Fabricación de productos de cerámica refractaria
		2693	Fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractaria, para uso estructural
		2694	Fabricación de cemento, cal y yeso
		2695	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso
		2696	Corte, tallado y acabado de la piedra
		2699	Fabricación de otros productos minerales no metálicos ncp
División 27			Fabricación de productos metalúrgicos básicos
	271	2710	Industrias básicas de hierro y de acero
	272		Industrias básicas de metales preciosos y de metales no ferrosos
		2721	Industrias básicas de metales preciosos
		2729	Industrias básicas de otros metales no ferrosos
	273		Fundición de metales
		2731	Fundición de hierro y de acero
		2732	Fundición de metales no ferrosos
División 28			Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
	281		Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor
		2811	Fabricación de productos metálicos para uso estructural

Figura 5-4. Listado de códigos CIU de la división 24 a 28. [87]

Sección/División	Grupo	Clase	Descripción
		2812	Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal, excepto los utilizados para el envase o transporte de mercancías
		2891	Forja, prensado, estampado y laminado de metal; pulvimetalurgia
		2892	Tratamiento y revestimiento de metales; trabajos de ingeniería mecánica en general realizados a cambio de una retribución o por contrata
		2893	Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería
		2899	Fabricación de otros productos elaborados de metal ncp
División 29			Fabricación de maquinaria y equipo ncp
	291		Fabricación de maquinaria de uso general
		2911	Fabricación de motores y turbinas, excepto motores para aeronaves, vehículos automotores y motocicletas
		2912	Fabricación de bombas, compresores, grifos y válvulas
		2913	Fabricación de cojinetes, engranajes, trenes de engranajes y piezas de transmisión
		2914	Fabricación de hornos, hogares y quemadores industriales
		2915	Fabricación de equipo de elevación y manipulación
		2919	Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso general ncp
	292		Fabricación de maquinaria de uso especial
		2921	Fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal
		2922	Fabricación de máquinas herramienta
		2923	Fabricación de maquinaria para la metalurgia
		2924	Fabricación de maquinaria para la explotación de minas y canteras y para obras de construcción.
		2925	Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco
		2926	Fabricación de maquinaria para la elaboración de productos textiles, prendas de vestir y artículos de cuero.
		2927	Fabricación de armas y municiones
		2929	Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso especial ncp
	293	2930	Fabricación de aparatos de uso doméstico ncp
División 30			Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática
	300	3000	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática
División 31			Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos ncp
	311	3110	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos
	312	3120	Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica
	313	3130	Fabricación de hilos y cables aislados
	314	3140	Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas
	315	3150	Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación
	319	3190	Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico ncp

Figura 5-5. Listado de códigos CIU de la división 28 a 31. [87]

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

Sección/División	Grupo	Clase	Descripción
División 32			Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones
	321	3210	Fabricación de tubos y válvulas electrónicas y de otros componentes electrónicos
	322	3220	Fabricación de transmisores de radio y televisión y de aparatos para telefonía y telegrafía
	323	3230	Fabricación de receptores de radio y televisión, de aparatos de grabación y de reproducción de sonido o de la imagen, y de productos conexos
División 33			Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes
	331		Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines, excepto instrumentos de óptica
		3311	Fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos ortésicos y protésicos
		3312	Fabricación de instrumentos y aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines, excepto equipo de control de procesos industriales
		3313	Fabricación de equipo de control de procesos industriales
	332	3320	Fabricación de instrumentos ópticos y de equipo fotográfico
	333	3330	Fabricación de relojes
División 34			Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
	341	3410	Fabricación de vehículos automotores y sus motores
	342	3420	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques
	343	3430	Fabricación de partes, piezas (autopartes), accesorios (lujos) para vehículos automotores y para sus motores
División 35			Fabricación de otros tipos de equipos de transporte
	351		Construcción y reparación de buques y de otras embarcaciones
		3511	Construcción y reparación de buques
		3512	Construcción y reparación de embarcaciones de recreo y de deporte
	352	3520	Fabricación de locomotoras y de material rodante para ferrocarriles y tranvías
	353	3530	Fabricación de aeronaves y de naves espaciales
	359		Fabricación de otros tipos de equipo de transporte ncp
		3591	Fabricación de motocicletas
		3592	Fabricación de bicicletas y de sillones de ruedas para discapacitados
		3599	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte ncp
División 36			Fabricación de muebles; industrias manufactureras ncp
	361		Fabricación de muebles
		3611	Fabricación de muebles para el hogar

Figura 5-6. Listado de códigos CIIU de la división 32 a 36. [87]

Sección/División	Grupo	Clase	Descripción
		3612	Fabricación de muebles para oficina
		3613	Fabricación de muebles para comercio y servicios
		3614	Fabricación de colchones y somieres
		3619	Fabricación de otros muebles ncp
	369		Industrias manufactureras ncp
		3691	Fabricación de joyas y de artículos conexos
		3692	Fabricación de instrumentos musicales
		3693	Fabricación de artículos deportivos
		3694	Fabricación de juegos y juguetes
		3699	Otras industrias manufactureras ncp
División 37			Reciclaje
	371	3710	Reciclaje de desperdicios y de desechos metálicos
	372	3720	Reciclaje de desperdicios y desechos no metálicos
División 38			No asignada
División 39			No asignada
Sección E			Suministro de electricidad, gas y agua (Divisiones 40 y 41)
División 40			Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente
	401	4010	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.
	402	4020	Fabricación de gas; distribución de combustibles gaseosos por tuberías
	403	4030	Suministro de vapor y agua caliente
División 41			Captación, depuración y distribución de agua
	410	4100	Captación, depuración y distribución de agua
División 42			No asignada
División 43			No asignada
División 44			No asignada
Sección F			Construcción (División 45)
División 45			Construcción
	451		Preparación del terreno
		4511	Trabajos de demolición y preparación de terrenos para la construcción de edificaciones
		4512	Trabajos de demolición y preparación de terrenos para obras civiles
	452		Construcción de edificaciones completas y de partes de edificaciones
		4521	Construcción de edificaciones para uso residencial
		4522	Construcción de edificaciones para uso no residencial
	453	4530	Construcción de obras de ingeniería civil
	454		Acondicionamiento de edificaciones y de obras civiles
		4541	Instalaciones hidráulicas y trabajos conexos
		4542	Trabajos de electricidad
		4543	Trabajos de instalación de equipos

Figura 5-7. Listado de códigos CIU de la división 36 a 45. [87]

5.3 Anexo 5.3: Cuantificación de sustancias priorizada para el año 2016 por índices globales.

En el presente anexo se presentan los valores de consumo, producción, importación y exportación de algunas de las SQI priorizadas por índice global DANE y DIAN (Tabla 5-2 y Tabla 5-3).

Tabla 5-2. Cuantificación de SQI priorizadas por índice global DANE

SQI	Consumo(kg)	Producción(kg)	Importación(kg)	Exportación(kg)	I _{DANE}
Tetracloroetileno (percloroetileno)	---	---	763.450,14	152	0,53
Cloruro de vinilo	---	---	444'361.320	0	0,44
Ácido sulfúrico	81'951,449	132'109.914	48.647,3	24'974.818	0,42
Tricloroetileno	---	---	20.159,8	0	0,41
Ácido clorhídrico - muriático	18'952,098	41'987.098	18.221,59	14'166.624	0,40
Hidróxido de sodio	208'203.545	65'700.628	10'475.546,49	61,8	0,39
Cloroformo	1.063	0	23.505,87	0	0,38
Cloruro de metileno	---	---	3'552.456,33	5.880	0,38
Tetracloruro de carbono	3.575	0	0	0	0,37
Tolueno	3.511,382	12.762,217	9.949,8	1'311.203	0,35

Tabla 5-3. Cuantificación de SQI priorizadas por índice de global DIAN

SQI	Consumo(kg)	Producción(kg)	Importación(kg)	Exportación(kg)	I _{DIAN}
Tetracloroetileno (percloroetileno)	---	---	763.450,14	152	0,60
Tricloroetileno	---	---	20.159,8	0	0,53
Cloruro de vinilo	---	---	444'361.320	0	0,51
Cloruro de metileno	---	---	3'552.456,33	5.880	0,49
Cloroformo	1.063	0	23.505,87	0	0,45
ácido arsénioso	676	0	20.000,13	0	0,42
Tetracloruro de carbono	3.575	0	0	0	0,40
Bromometano (bromuro de metilo).	---	---	0,98	0	0,40
1,2- dicloroetano	--	---	23,25	0	0,39
Arsénico	---	---	10.000	0	0,39

5.4 Anexo 5.4: Listado de valores de peligros de acuerdo a los establecido en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II.

Para ampliar la metodología del cálculo del índice de priorización por Sistema Globalmente Armonizado, a continuación, se listan una serie figuras las cuales muestran el valor de importancia de los peligros físicos, a la salud y al medio ambiente, según lo establecido por el Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II.

PELIGRO	Explosivos						Sin palabra de advertencia
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Peligro	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Explosivo inestable	Explosivo; peligro de explosión en masa	Explosivo; grave peligro de proyección	Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de erupción	Peligro de incendio o de proyección	Peligro de explosión en masa en caso de incendio	No hay peligro
Frase H	200	201	202	203	204	205	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	1	1	1	0,5	1	0

Figura 5-8. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO		Gases inflamables			
Palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Sin palabra de advertencia	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Gas extremadamente inflamable	Gas inflamable	Puede explotar incluso en ausencia de aire	Puede explotar incluso en ausencia de aire, a presión o temperaturas elevadas	No hay peligro
Frase H	220	221	230	231	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	0,75	0,5	0,25	0

Figura 5-9. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5]

PELIGRO		Aerosoles			
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Aerosol extremadamente inflamable	Contiene gas a presión: puede reventar si se calienta	Aerosol inflamable	Contiene gas a presión: puede reventar si se calienta	No hay peligro
Frase H	222	229	223	229	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	1	0,66	0,33	0

Figura 5-10. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

PELIGRO	Gases comburentes		Gases a presión				
Palabra de advertencia	Peligro	Sin palabra de advertencia	Atención	Atención	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Puede provocar o agravar un incendio; comburente irreversible en	No hay peligro	Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones	Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	No hay peligro
Frase H	270	No hay frase	280	280	281	280	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	0	1	1	1	1	0

Figura 5-11. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Líquidos inflamables				
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Líquido y vapores extremadamente inflamables	Líquido y vapores muy inflamables	Líquido y vapores inflamables	Líquido combustible	No hay peligro
Frase H	224	225	226	227	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	0,75	0,5	0,25	0

Figura 5-12. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Sólidos inflamables			Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente				
	Palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Atención
Indicación de peligro	Sólido inflamable	Sólido inflamable	No hay peligro	Puede explotar al calentarse	Puede incendiarse o explotar al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	No hay peligro
Frase H	228	228	No hay frase	240	241	242	243	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	0,5	0	1	1	1	0,5	0

Figura 5-13. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Líquidos pirofóricos		Sólidos pirofóricos	
	Palabra de advertencia	Peligro	Sin palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire	No hay peligro	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire	No hay peligro
Frase H	250	No hay frase	250	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	0	1	0

Figura 5-14. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

PELIGRO	Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo			Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables			
Palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Se calienta espontáneamente; puede inflamarse	Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse	No hay peligro	En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente	En contacto con el agua desprende gases inflamables	En contacto con el agua desprende gases inflamables	No hay peligro
Frase H	251	252	No hay frase	260	261	261	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	0,5	0	1	0,66	0,33	0

Figura 5-15. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Líquidos comburentes				Sólidos comburentes			
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Puede agravar un incendio; comburente	Puede agravar un incendio; comburente	No hay peligro	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Puede agravar un incendio; comburente	Puede agravar un incendio; comburente	No hay peligro
Frase H	271	272	272	No hay frase	271	272	272	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	0,66	0,33	0	1	0,66	0,33	0

Figura 5-16. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Peróxidos orgánicos					Sustancias y mezclas corrosivas para metales	
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Puede explotar al calentarse	Puede incendiarse o explotar al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	No hay peligro	Puede ser corrosiva para los metales	No hay peligro
Frase H	240	241	242	243	No hay frase	290	No hay frase
Valor asignado al Pfi	1	1	1	0,5	0	1	0

Figura 5-17. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Toxicidad aguda por ingestión					
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Puede ser nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	No hay peligro
Frase H	300	300	301	302	303	No hay frase
Valor asignado al Pei	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0

Figura 5-18. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

AMPLIACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS
CONSIDERANDO VARIABLES DE SALUD OCUPACIONAL Y SISTEMA
GLOBALMENTE ARMONIZADO

PELIGRO	Toxicidad aguda por vía cutánea					
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Puede ser nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	No hay peligro
Frase H	H310	H310	H311	H312	H313	No hay frase
Valor asignado al Pci	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0

Figura 5-19. Recorte de los anexos 12, 13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Toxicidad aguda por inhalación					
Palabra de advertencia	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Mortal en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	Puede ser nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o si se inhala	No hay peligro
Frase H	H310	H310	H311	H312	H313	No hay frase
Valor asignado al Pci	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0

Figura 5-20. Recorte de los anexos 12, 13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Corrosión/irritación cutáneas				Lesiones oculares graves irritación ocular			
Palabra de advertencia	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares	Provoca irritación cutánea	Provoca una leve irritación cutánea	No hay peligro	Provoca lesiones oculares graves/efectos irreversibles en los ojos	Provoca irritación ocular grave	Provoca irritación ocular	No hay peligro
Frase H	H314	H315	H316	No hay frase	H318	H319	H320	No hay frase
Valor asignado al Pel	1	0,66	0,33	0	1	0,66	0,33	0

Figura 5-21. Recorte de los anexos 12, 13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Sensibilización respiratoria		Sensibilización cutánea		Mutagenicidad en células germinales			Carcinogenicidad		
Palabra de advertencia	Peligro	Sin palabra de advertencia	Atención	Sin palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala	No hay peligro	Puede provocar una reacción cutánea alérgica	No hay peligro	Puede provocar defectos genéticos	Susceptible de provocar defectos genéticos	No hay peligro	Puede provocar cáncer	Susceptible de provocar cáncer	No hay peligro
Frase H	H314	No hay frase	H317	No hay frase	H340	H341	No hay frase	H350	H351	No hay frase
Valor asignado al Pel	1	0	1	0	1	0,5	0	1	0,5	0

Figura 5-22. Recorte de los anexos 12, 13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Toxicidad para la reproducción				Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición única				
	Palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Sin palabra de advertencia	Peligro	Atención	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto	Susceptible de perjudicar la fertilidad o dañar al feto	Puede ser nocivo para los lactantes	No hay peligro	Provoca daños en los órganos	Puede provocar daños en los órganos	Puede irritar las vías respiratorias o puede provocar somnolencia o vértigo		No hay peligro
Frecuencia	360	361	362	No hay frecuencia	370	371	335 o 336		No hay frecuencia
Valor asignado al Pel	1	0,66	0,33	0	1	0,66	0,33		0

Figura 5-23. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición repetida			Peligro por aspiración			
	Palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia	Peligro	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Provoca daños en los órganos	Puede provocar daños en los órganos	No hay peligro	Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias	Puede ser nocivo en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias	No hay peligro	
Frecuencia	372	373	No hay frecuencia	304	305	No hay frecuencia	
Valor asignado al Pel	1	0,5	0	1	0,5	0	

Figura 5-24. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Peligros a corto plazo para el medio ambiente acuático				Peligros para la capa de ozono	
	Atención	Sin palabra de advertencia	Sin palabra de advertencia	Sin palabra de advertencia	Atención	Sin palabra de advertencia
Indicación de peligro	Muy tóxico para los organismos acuáticos	Tóxico para los organismos acuáticos	Nocivo para los organismos acuáticos	No hay peligro	Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior	No hay peligro
Frase H	400	401	402	No hay frase	420	No hay frase
Valor asignado al PAi	1	0,66	0,33	0	1	0

Figura 5-25. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

PELIGRO	Persistente			Bioacumulable		
	Muy Persistente	Persistente	No Persistente	Muy Bioacumulable	Bioacumulable	No Bioacumulable
Indicación de peligro	No Aplica			No Aplica		
Frase H	No Aplica			No Aplica		
Valor asignado al PAi	1	0,5	0	1	0,5	0

Figura 5-26. Recorte de los anexos 12,13 y 14 del Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II [5].

5.5 Anexo 5.5: Listado de sustancias químicas puras para 2016.

En la Tabla 5-4 se presenta el listado de sustancias químicas trabajadas para el año 2016, dichas sustancias fueron establecidas con base las sustancias que se consumieron en el país de acuerdo a las bases del DANE y la DIAN.

Tabla 5-4. Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.

N°	Sustancia química	N°	Sustancia química	N°	Sustancia química
1	Tolueno	21	Pentóxido De difósforo	41	Dióxido de manganeso
2	Naftalina	22	Ácido bórico	42	Óxido de hierro
3	Propano	23	Fluoruro de hidrógeno (Ácido fluorhídrico)	43	Hidróxido de hierro
4	Cloro	24	Ácido aminosulfónico (Ácido sulfámico)	44	Dióxido de titanio
5	Yodo	25	Anhidrido carbónico o gas carbónico	45	Monóxido de plomo (litargiro. masicote)
6	Azufre petroquímico	26	Óxido nitroso	46	Óxidos de antimonio
7	Hidrógeno	27	Arsénico blanco o ácido arsénico	47	Fluoruros de sodio
8	Argón	28	Oxicloruro de fósforo	48	Hexafluoroaluminato de sodio
9	Nitrógeno	29	Cloruro de tionilo	49	Cloruro de amonio
10	Oxígeno	30	Sulfuro de carbono	50	Cloruro de calcio
11	Silicio	31	Amoniaco anhidro	51	Cloruro de magnesio
12	Fósforo rojo	32	Hidróxido de sodio	52	Cloruro de aluminio
13	Arsénico	33	Hidróxido de Potasio - Potasa cáustica	53	Cloruro níquel
14	sodio	34	Peróxidos de sodio	54	Cloruro cobre
15	Calcio	35	Hidróxido de magnesio	55	Cloruro estaño
16	Mercurio	36	Dióxido de zinc	56	Cloruro de hierro
17	Ácido clorhídrico -	37	Peróxido de cinc	57	Cloruro cinc
18	Ácido clorosulfúrico.	38	Oxido de aluminio	58	Cloruro de cobalto
19	Ácido sulfúrico	39	Hidróxido de aluminio	59	Hipoclorito de calcio
20	Ácido nítrico	40	Trióxido de cromo	60	Hipoclorito de sodio

Tabla 5-5.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.

N°	Sustancia química	N°	Sustancia química	N°	Sustancia química
61	Clorato de sodio	81	Nitrito De magnesio	101	Silicato de aluminio
62	Yoduro de potasio	82	Fosfato de sodio	102	Silicato de calcio precipitado
63	Sulfuro de sodio	83	Fosfato de potasio	103	Silicato de magnesio (magnesita)
64	Hidrosulfuro de sodio	84	Fosfato de calcio	104	Silicato de potasio
65	Sulfuro de potasio	85	Fosfato de hierro	105	Dicromato de sodio
66	Sulfitos de sodio	86	Tripolifosfato sódico	106	Cromato de potasio
67	Sulfito De amonio	87	Pirofosfatos de sodio	107	Cromato de sodio
68	Tiosulfato De sodio	88	Carbonato de sodio	108	Dicromato de potasio
69	Sulfato de sodio	89	Bicarbonato de sodio	109	Permanganato de potasio
70	Sulfato de magnesio	90	Carbonato de potasio	110	Nitrato de plata
71	Sulfato de aluminio	91	Carbonato de cal o calcio	111	óxido de deuterio
72	Sulfato de níquel	92	Carbonato de bario	112	Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)
73	Sulfato de cobre	93	Carbonato de litio	113	Carburo de calcio
74	Sulfato de bario	94	Carbonato de estroncio	114	Carburo de silicio
75	Sulfato de hierro	95	Carbonato de magnesio	115	Carburo De volframio (tungsteno)
76	Sulfato De plomo	96	Carbonato de amonio	116	Nitruro de plomo
77	Sulfato de cromo	97	Carbonato de Cobalto	117	Sulfato de mercurio
78	Sulfato de zinc	98	Carbonato de níquel	118	Etileno
79	Persulfato De sodio	99	Sesquicarbonato de sodio	119	Propileno
80	Nitrito de potasio	100	Metasilicato de sodio	120	Buteno (butileno)

Tabla 5-6.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.

N°	Sustancia química	N°	Sustancia química	N°	Sustancia química
121	Ciclohexano	141	Clorodifluorometano	161	Mentol
122	Benceno	142	Diclorotrifluoroetano	162	Alcohol bencílico - fenil carbinol
123	P Xileno	143	Diclorofluoroetano	163	Fenol (hidroxibenceno)
124	M Xileno	144	Nitrobenceno	164	Nonilfenol
125	O Xileno	145	Alcohol metílico o metanol	165	Pentaclorofenol (ISO)
126	Estireno	146	Propanol	166	Acido pícrico (trinitrofenol)
127	Etilbenceno	147	Isopropanol	167	Éter dietílico (óxido de dietilo)
128	Cumeno	148	Alcohol butílico - butanol	168	Metil tercbutil éter
129	Clorometano (cloruro de metilo)	149	Alcohol isobutílico (isobutanol)	169	Acetol
130	Cloruro de metileno	150	Etilhexanol, 2- etilhexanol	170	Anetol
131	Cloroformo	151	Metil isobutil carbinol	171	2,2'Oxidietanol (dietilenglicol)
132	1,2-dicloroetano	152	Pentanol (alcohol amílico)	172	Dipropilenglicol
133	Cloruro de polivinilo	153	Etilenglicol	173	Trietilenglicol
134	Tricloroetileno	154	Propilenglicol	174	Glicerilguayacol
135	Tetracloroetileno (percloroetileno)	155	Butilenglicol (butanodiol)	175	Éter metílico del propilenglicol
136	Bromometano (bromuro de metilo).	156	2Etil2(hidroxímetil) propano1.3diol (trimetilolpropano)	176	Peróxido de metiletilcetona
137	Difluoroetano	157	Pentaeritritol (pentaeritrita)	177	Óxido de propileno
138	Trifluoroetano	158	Manitol	178	1Cloro2,3epoxipropano (epiclorhidrina)
139	Tetrafluoroetano	159	Sorbita - sorbitol o d-glucitol	179	Metanal (formaldehído)
140	Pentafluoroetano	160	Glicerina	180	Etanal (acetaldehído)

Tabla 5-7.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.

N°	Sustancia química	N°	Sustancia química	N°	Sustancia química
181	Citral y citronelal	201	Acetato de etilo	221	Ácido benzoico
182	Glutaraldehído	202	Acetato de vinilo	222	Benzoato de sodio
183	Benzaldehído (aldehído benzoico)	203	Ester butílico	223	Peróxido de benzoilo
184	Vainillina (aldehído metilprotocatéquico)	204	Acetato de 2etoxietilo	224	Cloruro de benzoilo
185	Etilvainillina (aldehído etilprotocatéquico)	205	Acetato de propilo	225	Acido oxálico
186	Paraformaldehído	206	Acetato de isopropilo	226	Acido adípico
187	Acetona	207	Acetatos de amilo	227	Anhídrido maleico
188	Metil - etil cetona	208	Acetato de isobutilo	228	Acido maleico
189	4-metilpentan-2-ona (metilisobutilcetona)	209	Acido propiónico	229	Ácido fumárico
190	Ciclohexanona	210	Ácido esteárico	230	Ortoftalato de dioctilo - (DOP)
191	Isoforona	211	Ácido bromoacético	231	Anhídrido ftálico
192	Alcanfor	212	Cloruro de acetilo	232	Ácido teleftalítico (PTA)
193	4-hidroxi-4-metilpentan-2-ona (diacetona-alcohol).	213	Octanoato de estaño	233	Anhídrido trimelítico
194	Antraquinona	214	Acido láurico	234	Ácido láctico
195	Acido fórmico	215	Ácido acrílico o metacrílico	235	Lactato de calcio
196	Formiato de sodio	216	Acrilato de butilo	236	Acido tartárico
197	Ácido acético	217	Metacrilato de metilo	237	Ácido cítrico
198	Anhídrido acético	218	Ácido oleico	238	Citrato de sodio
199	Acetato de sodio	219	Aletrina (ISO)	239	Acido glucónico
200	Acetato de cobalto	220	Permetrina (ISO) (DCI)	240	Gluconato de calcio

Tabla 5-8.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.

N°	Sustancia química	N°	Sustancia química	N°	Sustancia química
241	Gluconato de sodio	261	Ciclamato de sodio (DCI)	281	Alcohol estearílico
242	p-Hidroxibenzoato de metilo	262	Disulfuro de tetrametilourama (ISO) (DCI)	282	Polietileno
243	p Hidroxibenzoato de propilo	263	Tetrametilplomo	283	Polipropileno
244	Fosfato de tris (2,3dibromopropilo)	264	Tetrahidrofurano	284	Poliisobutileno
245	Glicerofosfato de sodio	265	2-Furaldehído (furfural)	285	PVC Obtenido por polimerización en emulsión
246	Dimetildiclorovinilfosfato (DDVP)	266	Alcohol furfúrico	286	Politetrafluoroetileno
247	Nitroglicerina (Nitroglicerol)	267	Alcohol tetrahidrofurfúrico	287	Polivinilbutiral
248	Clormetina (DCI) (bis(2-cloro-etil)metilamina)	268	Warfarina (ISO) (DCI)	288	Polivinilpirrolidona
249	Triclorometina (DCI) (tris(2-cloroetil)amina)	269	Piperonal	289	Poliacrilonitrilo
250	NmetilN, 2, 4,6tetranitroanilina (tetril)	270	Eucaliptol	290	Polipropilenglicol
251	Monoetanolamina	271	6-Etoxi-1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinolina (etoxiquina)	291	Poliamida 6 (policaprolactama)
252	Dietanolamina	272	Melamina	292	Metildifenilsocianato (MDI polimérico)
253	Trietanolamina	273	Caprolactama	293	Butano natural
254	Metildietanolamina	274	Sulfato de potasio	294	Bentonita elaborada
255	Glutamato de sodio	275	Índigo sintético	295	Cloruro de sodio puro
256	Ácido etilendiaminotetracético (EDTA) (ácido edético (DCI))	276	De poli (oxietileno) (polietilenglicol)	296	Magnesia calcinada o sinterizada
257	Acrilonitrilo	277	Caseína	297	Magnetita
258	Acetonitrilo	278	Dodecibenceno	298	Dextrosa
259	Etilmetilcetoxima (butanona oxima)	279	Alcohol laurílico	299	Fructosa
260	Toluendiisocianato	280	Alcohol cetílico	300	Dextrina

Tabla 5-9.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.

N°	Sustancia química	N°	Sustancia química	N°	Sustancia química
301	Almidón	321	Éster butílico	341	Glicola o glicocola o glicina
302	Sacarosa químicamente pura	322	Estearato de glicerilo	342	Propilamina
303	Hexano	323	Propianato de calcio	343	Clorhidrato de fenilefrina
304	Pentano	324	Propianato de sodio	344	Benzocaína
305	Acetileno	325	Estearato de calcio	345	Procaína
306	Tetracloruro de carbono	326	Estearato de magnesio	346	Hexametilentetramina (hexamina-urotropina) HMTA uso industrial
307	Cloruro de vinilo	327	Estearato de sodio	347	Ácido para-amino salicílico
308	Cloruro de metileno	328	Estearato de zinc	348	Sacarina
309	Fenolsulfato de zinc	329	Benzoato de bencilio	349	Nitrato de sodio
310	Ácido esteárico	330	Oleato de glicerio	350	Tioúrea (tiocarbonada)
311	Alcohol etílico potable	331	Benzonaftol	351	Ácido tioglicólico
312	Inositol	332	Sorbato de potasio	352	Metil-arseniato de sodio
313	Ciclohexanol	333	Dimetiltereftalato (DMT)	353	Cacodilato de sodio
314	Alcohol isodecílico, isodecanol	334	Dimetilsoftalato (DMI)	354	Tetrabutyl estaño (TBT)
315	Hexilenglicol	335	Bitartrato de potasio	355	Piridina
316	Resorcina	336	Bitartrato de sodio	356	Aminotriazol
317	Hidroquinona	337	Citrato de calcio	357	Indometacina
318	Formiato de calcio	338	Citrato de hierro	358	Nitrofurantoina
319	Acetato de calcio	339	Lactato de sodio	359	Xantina
320	Acetato de cromo	340	Etilendiamina	360	Melamina

Tabla 5-10.(Continuación) Listado de las 438 sustancias químicas de trabajo.

N°	Sustancia química	N°	Sustancia química	N°	Sustancia química
361	Guayacol	381	Cloruro de manganeso	401	Carbonato de amonio
362	Triclosan	382	Clorato de potasio	402	Cianuro de sodio
363	Glicerofosfato de sodio	383	Yoduro de sodio	403	Cianuro de potasio
364	Glicerofosfato de potasio	384	Yoduro de calcio	404	Ferrocianuro de potasio
365	Glicerofosfato de calcio	385	Monofluorofosfato de sodio (MFP)	405	Ferrocianuro de sodio
366	Glicerofosfato de magnesio	386	Tetracloruro de estaño o cloruro estaño	406	Silicato de sodio
367	Dióxido de azufre	387	Policloruro de aluminio PAC	407	Silicato de Circonio
368	Bióxido, óxido blanco de zinc	388	Fluoruro de potasio	408	Bórax o borato de sodio
369	Hidróxido de cobalto	389	Sulfato de calcio	409	Perborato de sodio
370	Bióxido de titanio	390	Sulfato de manganeso sólido	410	Selenito sódico
371	Óxido de estaño	391	Hidrosulfito de sodio	411	Azul de metileno
372	Hidróxido de calcio	392	Sulfuro de cromo	412	Tartrazina
373	Fósforo (elemento químico)	393	Sulfato de cobalto	413	Ácido tánico
374	Bario	394	Sulfato de manganeso líquido	414	Trementina
375	Boro	395	Nitrato de calcio	415	Urea
376	Dióxido de silicio	396	Nitrato de magnesio	416	Sulfato de amonio
377	Sesquisulfuro de fósforo	397	Hipofosfito de sodio	417	Nitrato de amonio
378	Sulfato de hidroxilamina	398	Hipofosfito de calcio	418	Cloruro de potasio
379	Ácido fosfórico u ortofosfórico	399	Fosfato trisódico	419	Fostato di - monobásico amónico
380	Fluoruro de calcio	400	Bicarbonato de potasio	420	Nitrato de potasio (nitro o salitre)
421	Hidróxido de amonio	426	Carboximetil celulosa	431	Monoclorhidrato de lisina
422	Nitrito de sodio	427	Nitrocelulosa	432	Lecitina
423	Cloruro de amonio	428	Acetato de celulosa	433	Sulfaguanidina
424	Celulosa	429	Metilcelulosa		
425	Éter etílico	430	Salicilato de metilo		

Bibliografía

- [1] D. L. Heskell, «A Model for the Adoption of Metallurgy in the Ancient Middle East,» *Current Anthropology*, vol. 24, nº 3, pp. 362-366, 1983.
- [2] J. M. Storch de Gracia y T. García Martín, «Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas: Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño,» de *Toxicología industrial*, Madrid, Díaz Santos, 2008, pp. 170-191.
- [3] W. Philip, K. Jan van der, M. Asish y A. Ravi, «Chemicals, Environment, Health: A Global Management Perspective,» New York, CRC Press Taylor & Francis Group, 2011, pp. 262-278.
- [4] M. C. Hoyos Calvete, Estrategia nacional para la implementación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos – SGA - en Colombia (2016-2020), Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017.
- [5] Suarez, O; Narvaez, P., «Perfil Nacional de Sustancias Químicas Volumen II,» Bogotá, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017, pp. 1-59.
- [6] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Decreto 4741 de 2005 "Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral",» República de Colombia, Bogotá, 2005.
- [7] Departamento Nacional de Planeación, «CONPES 3868-Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas,» Bogotá, 2016.
- [8] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, «Guías de Manejo Seguro y Gestión Ambiental para 25 sustancias químicas,» Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, 2003.
- [9] L. C. Robles S, «Impacto ambiental y riesgo potencial que genera el uso de percloroetileno en las lavanderías en seco en Bogotá.(tesis de pregrado),» Universidad de los Andes, Bogotá, 2004.

- [10] López A, Andrea; Suárez, Oscar; Hoyos, Martha; Montes, Carolina, Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia, Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.
- [11] Ministerio de Trabajo., «Informe ejecutivo II encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos. Bogotá: Dirección de Riesgos Laborales,» Bogotá, 2013.
- [12] Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial-Agencia Presidencial de Cooperación Internacional-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «"Apoyo a la implementación del SGA y SAICM en Colombia" Análisis de situación y vacíos del SGA en ColombiaProyecto,» Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá, 2015.
- [13] Suarez, Oscar; Narvaez, Paulo, «Producción, Importación, exportación y uso de sustancias químicas con énfasis en las de uso Industrial,» de *Perfil Nacional de Sustancias Químicas Vol. II*, Bogotá, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, pp. 15-30.
- [14] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Encuesta Anual Manufacturera Anexos 2016,» DANE, Bogotá, 2019.
- [15] United Nations, «Central Product Classification (CPC) Versión 2.1,» United Nations, New York, 2015.
- [16] PROCOLOMBIA, «Guía práctica para clasificar la partida arancelaria de su producto,» DIAN, Bogotá.
- [17] Cámara Alicante, «Índice de capítulos y partidas arancelarias,» DobleA, Madrid, 2018.
- [18] Aduanet, «Tratamiento arancelario por subpartida nacional SECCIÓN:VI Productos de las industrias químicas o de las industrias conexas,» Dirección Nacional de Impuestos y Aduanas Nacionales, 2019. [En línea]. Available: <http://www.aduanet.gob.pe/servlet/AIScrollini?partida=2903120000>. [Último acceso: 2019].
- [19] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Encuesta Anual Manufacturera,» Gobierno de Colombia, 2019. [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>. [Último acceso: 2019].
- [20] DIAN SIEX, «Registro de las declaraciones de importación y exportación,» DIAN, 2019. [En línea]. Available:

<https://www.dian.gov.co/dian/cifras/Paginas/registrodeclaracionesimpoexpo.aspx>. [Último acceso: 2019].

- [21] M. R. Fisher, *Environmental Biology*, Oregon: Open Oregon Educational Resources, 2018.
- [22] William M, Meylan; Philip H, Howard., «Estimating octanol–air partition coefficients with octanol–water partition coefficients and Henry’s law constants,» *Chemosphere* 61, pp. 640-644, 2005.
- [23] A. D. Vallero, *Air Pollution Calculations- Quantifying Pollutant Formation, Transport, Transformation, Fate and Risks*, Elsevier, 2019.
- [24] Allen, David T; Shonnard, David R, *Green Engineering Environmentally Conscious Design of Chemical Processes*, Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2002.
- [25] Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía-Junta de Andalucía, Junta de Andalucía, 2019. [En línea]. Available: <http://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=14262>. [Último acceso: 2019].
- [26] Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, «RESOLUCIÓN 2400 DE 1979,» Bogotá, 1979.
- [27] ARL SURA, «SURA,» SISTEMA - ARL SURA, 2019. [En línea]. Available: https://www.arlsura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2461. [Último acceso: 2019].
- [28] United Nations, *Globally Harmonized System rev 7*, New York: United Nations, 2017.
- [29] Programa de investigación sobre residuos, «Clasificación de peligros según el Sistema Globalmente Armonizado-SGA-Reporte-,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2019.
- [30] UNECE, «About GHS,» United Nations Economic Commission for Europe, 2019. [En línea]. Available: https://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html. [Último acceso: 2019].
- [31] E. E. Freire Delgado, «Metodología Encuesta Anual Manufacturera,» Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá.
- [32] Dirección de Impuestos y Aduanas Nacional, «Codificación de Municipios por Departamento,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.saludcapital.gov.co/Biblioteca%20de%20Documentos%20DPS%20RIPS/Codificaciones/Codificaci%C3%B3n%20de%20Municipios%20por%20Departamento.pdf>. [Último acceso: 2019].

- [33] Unión Europea, «europa.eu,» 2019. [En línea]. Available: https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/echa_es. [Último acceso: 2019].
- [34] ChemSpider, Royal Society of Chemistry, 2019. [En línea]. Available: <http://www.chemspider.com/AboutUs.aspx>. [Último acceso: 2019].
- [35] Royal Society of Chemistry, «ChemSpider,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.chemspider.com/#>. [Último acceso: 2019].
- [36] MOLBASE, ICP Shanghai, 2015. [En línea]. Available: <https://www.molbase.com/>. [Último acceso: 2019].
- [37] European Chemical Agency, «ECHA,» [En línea]. Available: <https://echa.europa.eu/es/home>. [Último acceso: 2019].
- [38] U.S. Environmental Protection Agency, United States government., 2019. [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/tsca-screening-tools/epi-suitetm-estimation-program-interface>. [Último acceso: 2019].
- [39] «USAGov,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.usa.gov/espanol/agencias-federales/agencia-de-proteccion-ambiental-de-estados-unidos>. [Último acceso: 2019].
- [40] «Syracuse Research Corporation,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.srcinc.com/about/>. [Último acceso: 2019].
- [41] United States Department Labor, 2010. [En línea]. Available: <https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/index.html>. [Último acceso: 2019].
- [42] «Occupational Safety and Health Administration,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.osha.gov/about.html>. [Último acceso: 2019].
- [43] Ministerio de Trabajo , «DECRETO NÚMERO 1477 DE 2014 Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales,» Bogotá, 2014.
- [44] A. Gomez R, «Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE): Descifrando la CIE-10 y esperando la CIE-11,» *Superintendencia Nacional de Salud*, nº 7, pp. 66-73, 2015.
- [45] ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, Decima Revisión,

Volumen 1, Washington, D.C.: Programa de Publicaciones, Organización Panamericana de la Salud, 2003.

- [46] American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLVs and BEIs Based on the documentation of the Threshold Values for Chemical substances and Physical Agents & Biological Exposures, Cincinnati : Signature Publications, 2012.
- [47] Gobierno de España, «eCIEMaps v3.3.6,» 2019. [En línea]. Available: https://eciemaps.mscbs.gob.es/ecieMaps/browser/index_10_mc.html. [Último acceso: 2019].
- [48] OECD, «eChemPortal,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.echemportal.org/echemportal/index.action>. [Último acceso: 2019].
- [49] O. A. López, G. Coronel D, Rojas y Romme., «Índices de priorización para la gestión del riesgo sísmico en edificaciones existentes,» *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V*, vol. 29, nº 4, pp. 107-126, 2014.
- [50] Narvaez, P., Diseño conceptual de procesos químicos - Metodología con aplicaciones en esterificación, Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2014.
- [51] CEPIS/OPS, «Evaluación de Riesgos Ambientales,» Organización Panamericana de la Salud, 1999. [En línea]. Available: <http://www.bvsde.paho.org/tutorial/ambientales/anexo4.html>. [Último acceso: 2019].
- [52] Atexga, «Atexga prevención,» Xunta de Galicia Consellería del Traballo y la Unión Europea, 2019. [En línea]. Available: http://www.atexga.com/prevencion/es/estudio-sustancias-nocivas/2_vias_de_entrada.php. [Último acceso: 2019].
- [53] S. Del Rio P, «Contaminación química en la infancia: Bioacumulación y efectos potenciales,» *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, nº 2, pp. 221-228, 2005.
- [54] Narvaez, Jhon; Palacio, Jaime; Molina, Francisco, «Persistencia de plaguicidas en el ambiente y su ecotoxicidad:Una revisión de los procesos de degradación natural,» *Revista Gestión y Ambiente*, vol. 15, nº 3, pp. 27-38, 2012.
- [55] Torres Vázquez, Juan Agustín; Lascón Castellano, Cynthia Abbizai, «Eliminación de fármacos,» de *Farmacología general. Una guía de estudio*, McGraw Hill, 2014.
- [56] Ministerio de Trabajo, «Resolución 0312 de 2019,» MinTrabajo, Bogotá, 2019.
- [57] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Sustancias Químicas y Residuos Peligrosos - información General,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/sustancias->

quimicas-y-residuos-peligrosos#perfil-nacional-de-sustancias-qu%C3%ADmicas-inter%C3%A9s. [Último acceso: 2019].

- [58] SigmaAldrich, 2019. [En línea]. Available: <https://www.sigmaaldrich.com/MSDS/MSDS/DisplayMSDSPage.do?country=CO&language=en&productNumber=27081&brand=SIGALD&PageToGoToURL=https%3A%2F%2Fwww.sigmaaldrich.com%2Fcatalog%2Fsearch%3Fterm%3D1333-82-0%26interface%3DCAS%2520No.%26N%3D0%26mode%3Dmatch%2520p>. [Último acceso: 2019].
- [59] L. A. Galvis, Economía de las grandes ciudades en Colombia: seis estudios de caso, Bogotá: Colección de Economía Regional Banco de la República, 2014.
- [60] Ministerio de Justicia y del Derecho, «Guía para solicitar el certificado de carencia de informes por tráfico de estupefacientes y autorizaciones extraordinarias para el manejo de sustancias y productos químicos controlados,» Bogotá, 2019.
- [61] Innocentini-Mei, Lucia H.; Rodolfo Jr, Antonio., «Mechanisms of PVC thermal degradation and stabilization,» *VirtualPro Procesos Industriales*, vol. 17, n° 3, pp. 263-275, 2007.
- [62] B. Posada B, «La degradación de los plásticos,» *Revista EAFIT*, n° 94, pp. 67-86.
- [63] ARL SURA - Riesgos Laborales, «Elementos de protección personal(EPP),» 2019. [En línea]. Available: <https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article/75-centro-de-documentacion-anterior/equipos-de-proteccion-individual-/1194--sp-3393>. [Último acceso: 2019].
- [64] L. M. Payares L, «Consecuencias del no uso de los equipos de protección personal (EPP) en los trabajadores del sector de la construcción (edificaciones). (Tesis de pregrado),» *Universidad de San Buenaventura Cartagena, Colombia*, 2014.
- [65] N. Jaimes L, «Despido del trabajador por no utilizar los implementos de trabajo,» *Revista Actualícese*, 2018. [En línea]. Available: <https://normasapa.com/como-referenciar-trabajo-degrado-o-tesis-con-normas-apa/>. [Último acceso: 2019].
- [66] C. Varianou-Mikellidou, G. Boutras, C. Dimopoulos, J.-L. Wybo, F. W. Guldenmund, O. Nicolaidou y I. Anyfantis, «Occupational health and safety management in the context of an ageing workforce,» *Safety Science*, n° 116, pp. 231-244, 2019.
- [67] KZ Guyton et al, «Human health effects of tetrachloroethylene: key findings and scientific issues,» *Environmental Health Perspectives*, vol. 122, n° 4, pp. 325-334, 2014.

- [68] Barreto M, Sheila R; Cervantes, C; A, Yuli; López C, Karen Rocio, «Evaluación del Riesgo por el uso de percloroetileno en el proceso de lavado en seco en una lavandería de la localidad de Suba en la Ciudad de Bogotá. (tesis de pregrado),» Universidad Militar de Nueva Granada, Bogotá, 2018.
- [69] Ministerio de Salud, «Resolución número 2152 de 1996,» Republica de Colombia, Bogotá, 1996.
- [70] Congreso de Colombia, «LEY 29 DE 1992,» Bogotá, 1992.
- [71] Secretaría del Ozono, «Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono,» Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Kenya, 2017.
- [72] International Agency for Research on Cancer, «IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans,» IARC , 2018. [En línea]. Available: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/>. [Último acceso: 30 06 2019].
- [73] Australian Government, National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme, «Tetrachloroethylene. Priority Existing Chemical Assessment Report No. 15.,» Sidney, 2013.
- [74] NIOSH, «Control of health and safety hazards in commercial drycleaners: Chemical,» 2014.
- [75] Maccà, I. Carrieri, M. Scapellato, M. Scopa, A. Trevisan, G. BARTOLUCCI, B., «Biological monitoring of exposure to perchloroethylene in dry cleaning workers,» *La Medicina del Lavoro*, vol. 103, nº 5, pp. 382-393, 2012.
- [76] Juanes, Y; Caso, L; Menéndez, E, Estudio de la Exposición a Percloroetileno en Empresas de Limpieza En seco, Asturias: Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales, 2011.
- [77] Lizama V, Juan C, «Caracterización y control de la exposición personal a percloroetileno en trabajadores de lavasecos (tesis de maestría),» Universidad de Chile, Santiago, 2016.
- [78] Portafolio, «Capacitación para 500 lavanderías, lavasecos, empresas de aseo y tintorerías hará Fenalco este fin de semana,» *Portafolio*, 2008.
- [79] Daza Et al, «Diagnóstico ambiental del sector de lavanderías en el Distrito Capital (Pasantía),» Univesidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2005.
- [80] LA NOTA ECONÓMICA, «¿Cómo avanza la seguridad industrial en Colombia?,» 2018.
- [81] Junta de Andalucía Consejería de Empleo; Organización Iberoamericana de Seguridad Social, «Gestión de la seguridad y Salud Laboral en las PYMES,» Gestión de la Seguridad y Salud laboral en las PYMES, Lima, 2010.

- [82] Ortega A, Jaime A; Rodríguez L, Jorge R; Hernández P, H., «Importancia de la seguridad de los trabajadores en el cumplimiento de procesos, procedimientos y funciones,» *Revista Academia & Derecho*, vol. 8, nº 14, pp. 155-156, 2017.
- [83] Salud sin Daño, «Guía para la sustitución de químicos peligrosos en el sector salud,» Buenos Aires, 2015.
- [84] DuPont, «DUPONT México,» DuPont, 2019. [En línea]. Available: <http://www.dupont.mx/productos-y-servicios/prendas-de-proteccion/prendas-accesorios-de-proteccion-contrasustancias-quimicas/usos-y-aplicaciones/proteccion-quimico.html>. [Último acceso: 2019].
- [85] Ministerio de Salud y Protección Social, «Programa de elementos de protección personal, uso y mantenimiento,» Bogotá, 2017.
- [86] Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud de Chile, «Guía técnica de EPP:ropa de protección contra sustancias químicas,» Instituto de Salud Pública de Chile, Santiago, 2016.
- [87] Departamento Administrativo Nacional de Estadística-Dirección de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización, «Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas-Reporte-,» Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, 2006.
- [88] Royal Society of Chemistry, «Royal Society of Chemistry,» Royal Society of Chemistry, 2019. [En línea]. Available: <https://www.rsc.org/about-us/>. [Último acceso: 2019].
- [89] United Nations, «International Standard Industrial Classification of All Economic Activities,» Department of Economic and Social Affairs, New York, 2008.
- [90] Conductiva Online Services, «FacturaDirecta,» Conductiva Online Services, 2019. [En línea]. Available: <https://www.facturadirecta.com/glosario/Numero-de-identificacion-tributaria-NIT/>. [Último acceso: 2019].
- [91] American Conference of Governmental Industrial Hygienists, «ACGIH,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.acgih.org/>.
- [92] Departamento Nacional de Planeación, «Departamento Nacional de Planeación,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.dnp.gov.co/CONPES/Paginas/conpes.aspx>. [Último acceso: 2019].

- [93] SAICM, «Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM),» 2019. [En línea]. Available: <http://www.saicm.org/About/SAICMOverview/tabid/5522/language/es-CO/Default.aspx>. [Último acceso: 2019].
- [94] United Nations Economic Commission for Europe, «UNECE,» United Nations Economic Commission for Europe, 2019. [En línea]. Available: <http://www.unece.org/es/trans/resources/publications/transdangerpublidg-publications/2019/globally-harmonized-system-of-classification-and-labelling-of-chemicals-ghs-rev8/globally-harmonized-system-of-classification-and-labelling-of-chemicals-ghs-rev7.htm>. [Último acceso: 2019].
- [95] FENALCO, 2019. [En línea]. Available: <https://www.fenalco.com.co>. [Último acceso: 2019].
- [96] «European Commission Environment,» European Commission, 2016. [En línea]. Available: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/glossary_en.htm. [Último acceso: 2019].