

Exposición ocupacional a contaminación atmosférica de material particulado y enfermedades respiratorias laborales en trabajadores del sector de la construcción de edificaciones en Colombia

Carolina María Ortega Salazar

Asesor

Diego Fernando Hurtado Guzmán

**División de posgrados en Salud Pública
Facultad de Medicina
Universidad CES
Medellín
2017**

Exposición ocupacional a contaminación atmosférica de material particulado y enfermedades respiratorias laborales en trabajadores del sector de la construcción de edificaciones en Colombia

Carolina María Ortega Salazar

**Asesor
Diego Fernando Hurtado Guzmán**

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el trabajo**

**División de posgrados en Salud Pública
Facultad de Medicina
Universidad CES
Medellín
Marzo de 2017**

Contenido

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 7 |
| Abstract | 8 |
| 1. Formulación del problema de conocimiento | 9 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 9 |
| 1.2. Justificación | 11 |
| 1.3. Pregunta de estudio | 13 |
| 2. Objetivos | 14 |
| 2.1. Objetivo general | 14 |
| 2.2. Objetivos específicos | 14 |
| 3. Metodología | 15 |
| 3.1. Enfoque metodológico de la revisión | 15 |
| 3.2. Tipo de proyecto | 16 |
| 4. Referente teórico y conceptual | 17 |
| 4.1. Marco normativo | 17 |
| 4.1.1. Periodo 1974 a 1995 | 17 |
| 4.1.2. Periodo 2005 - 2010 | 18 |
| 4.1.3. Periodo 2012 a la actualidad | 23 |
| 4.1.4. Delimitación del sector productivo de acuerdo a la normatividad | 1 |
| 4.2. Marco temático | 1 |
| 4.2.1. Descripción de materias primas | 1 |
| 4.2.1.1. Cemento | 1 |
| 4.2.1.2. Arena | 2 |
| 4.2.1.3. Panel de yeso laminado o cartón yeso (dry-wall) | 2 |
| 4.2.2. Tipos de material particulado generador de enfermedades respiratorias | 1 |
| 4.2.3. Diagnóstico de enfermedades respiratorias ocupacionales | 1 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.4. Enfermedades respiratorias laborales en Colombia | 5 |
| 4.2.4.1. Ocasionadas por exposición a agentes de riesgo químicos | 1 |
| 4.2.4.1.1. Neoplasias | 1 |
| 4.2.4.1.2. Enfermedades no neoplásicas | 4 |
| 4.2.4.2. Ocasionadas por exposición a agentes de riesgo biológicos | 13 |
| 4.2.5. Costos de las enfermedades respiratorias laborales | 2 |
| | |
| 5. Conclusiones_____ | 5 |
| 6. Recomendaciones_____ | 8 |
| 7. Referencias bibliográficas_____ | 10 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Objetivos y actividades de la Política de prevención y control de la contaminación del aire relacionados con los impactos del material particulado en la salud humana. _____ | 19 |
| Tabla 2. Definiciones de los contaminantes de material particulado. _____ | 20 |
| Tabla 3. Posibles objetivos de un Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA. _____ | 21 |
| Tabla 4. Conceptualización del Índice de Calidad del Aire – ICA. _____ | 22 |
| Tabla 5. Principales aspectos del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021. _____ | 1 |
| Tabla 6. Clasificación de las edificaciones. _____ | 1 |
| Tabla 7. Compendio de las características de los componentes del cemento, según su hoja de datos de seguridad. _____ | 1 |
| Tabla 8. Síntesis de las características de peligrosidad y toxicidad del cemento, según su hoja de datos de seguridad. _____ | 1 |
| Tabla 9. Compendio de las características de los componentes de la arena, según su hoja de datos de seguridad. _____ | 1 |
| Tabla 10. Síntesis de las características de peligrosidad y toxicidad de la arena, según su hoja de datos de seguridad. _____ | 1 |
| Tabla 11. Síntesis de las características de peligrosidad del dry-wall, según su hoja de datos de seguridad. _____ | 3 |
| Tabla 12. Compendio de las características de los componentes del dry-wall, según su hoja de datos de seguridad. _____ | 1 |
| Tabla 13. Resumen de enfermedades respiratorias y neoplasias en órganos del sistema respiratorio y sus agentes de riesgo para el sector de construcción de edificaciones con base en la Sección I del Decreto 1477 de 2014. _____ | 1 |
| Tabla 14. Resumen de enfermedades respiratorias y neoplasias en órganos del sistema respiratorio y sus agentes de etiológicos para las ocupaciones del gremio de construcción de edificaciones con base en las Secciones I y II del Decreto 1477 de 2014. _____ | 1 |
| Tabla 15. Cuadro comparativo entre neoplasias de mesotelioma de la pleura y cáncer de pulmón. _ | 3 |
| Tabla 16. Grupos de enfermedades respiratorias no neoplásicas ocasionadas por exposición a agentes químicos de material particulado en la construcción de edificaciones de acuerdo al Código CIE-10. _____ | 5 |
| Tabla 17. Cuadro comparativo entre Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica – EPOC y Asma ocupacional (AO). _____ | 8 |
| Tabla 18. Cuadro comparativo entre neumoconiosis: asbestosis y silicosis. _____ | 10 |
| Tabla 19. Especies de árboles comercialmente importantes sospechosos de inducir sensibilización en Colombia determinados por asociación con el listado del “TLV Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices” de la ACGIH. _____ | 1 |

Índice de gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Consolidado de normatividad legal y técnica relacionada con contaminación del aire y sus efectos adversos en la salud humana. _____ | 1 |
| Gráfico 2. Integración de actividades económicas referidas a construcción, tipos de edificaciones y modalidades de construcción. _____ | 1 |
| Gráfico 3. Formas de ingreso al organismo del material particulado. _____ | 2 |
| Gráfico 4. Clasificación de enfermedades respiratorias pulmonares según el tipo de partícula inhalada. _____ | 1 |
| Gráfico 5. Identificación del agente causal de las enfermedades pulmonares. _____ | 1 |
| Gráfico 6. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías de cáncer en órganos del sistema respiratorio presentados en las dos secciones del <i>Decreto 1477 de 2014</i> . _____ | 1 |
| Gráfico 7. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías de enfermedades respiratorias por agentes químicos presentados en las dos secciones del <i>Decreto 1477 de 2014</i> .__ | 6 |
| Gráfico 8. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías de enfermedades respiratorias no neoplásicas por agentes químicos del <i>Decreto 1477 de 2014</i> y la <i>GATISST Asma ocupacional</i> . _____ | 7 |
| Gráfico 9. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías respiratorias no cancerosas por agentes biológicos presentados en las dos secciones del <i>Decreto 1477 de 2014</i> ._ | 14 |

Resumen

Introducción: Trabajadores que ejecutan actividades operativas en empresas constructoras de edificaciones en Colombia expuestos a contaminación atmosférica por emisión de material particulado de origen químico y biológico que puede desencadenar patologías respiratorias.

Métodos: Monografía con revisión bibliográfica de referentes normativos y técnicos mediante búsqueda en bases de datos y fuentes reconocidas.

Conclusiones: Considerable cantidad y buena calidad de normas legales y técnicas ambientales y reducida en patologías laborales. Sector productivo de construcción de edificaciones con problemáticas relacionadas con rotación de personal, temporalidad de obras e informalidad de contratistas. Procesos constructivos bien definidos y materias primas como cemento, arena y cartón - yeso con hojas de seguridad no usadas para gestión del riesgo químico. Enfermedades laborales respiratorias por exposición a material particulado bien identificadas en *Decreto 1447* y con protocolos definidos de diagnósticos. Controles enfocados a uso de elementos protectores personales. Muchos estudios sobre enfermedades respiratorias por material particulado químico (EPOC, asma, silicosis, asbestosis y cáncer pulmonar) y limitados por polvo biológico (asma y rinitis). Valores Límites Permisibles adoptados de regulaciones extranjeras, escasos para partículas biológicas de especies maderables usadas en Colombia. Pocos estudios de valoración económica de costos por enfermedad laboral.

Recomendaciones: Estudiar los efectos del polvo de madera para especies arbóreas y guadua usadas en Colombia. Monitorear material particulado en diferentes actividades y etapas constructivas. Implementar controles de ingeniería y administrativos, dotar de elementos de protección cumplidores de recomendaciones técnicas. Establecer estrategias de abordaje de salud laboral adaptadas para sector construcción. Integrar estudios de exposiciones intra y extra-laborales al material particulado.

Palabras clave: contaminación atmosférica, material particulado, cemento, arena, polvo de madera, industria de la construcción, salud laboral, enfermedad respiratoria.

Abstract

Introduction: Workers that perform operative activities in construction industry of buildings in Colombia are exposed to atmospheric pollution by release of particulate matter from chemical and biological sources that can provoke respiratory pathologies.

Methods: Monograph with bibliographic review of normative and technical references through research in data bases and recognized sources.

Conclusions: Considerable quantity and good quality of legal and technical norms in environmental subject and reduced in labour pathologies. Construction industry of buildings with problems because of changing workforce, temporality of building sites and informal contractors. Well defined building process and raw materials such as cement, sand and dry-wall with safety data sheets not used for chemical risk management. Respiratory labour diseases by particulate matter exposure well identified in *Decree 1447* and with defined diagnosis standards. Controls focused to the use of individual protection equipment. Many studies about respiratory disease because of chemical particulate matter (COPD, asthma, asbestosis, silicosis and lung cancer) and limited because of biologic dust (asthma and rhinitis). *Threshold Limit Values* adopted from foreign regulations, almost absent for biologic particles of timber species used in Colombia. Few economical assessment of costs by labour disease.

Recommendations: Study wood dust effects for timber species and guadua used in Colombia. Monitor particulate matter in different activities and stages of construction. Implement engineering and managerial controls, endow protection equipment that satisfies technical recommendations. Establish approach strategies of occupational health adapted to construction industry. Integrate studies of intra and extra labour exposures to particulate matter.

Key words: air pollution, particulate matter, cement, sand, wood dust, construction industry, occupational health, respiratory disease.

1. Formulación del problema de conocimiento

1.1. Planteamiento del problema

Son muchos los estudios que han demostrado que hay una relación entre la calidad ambiental y el estado general de la salud de las personas y que tanto la salud como la enfermedad, son resultado de la interrelación del hombre con el entorno que lo circunda. Este es el objeto de estudio de la epidemiología ambiental que busca integrar información sobre las exposiciones a agentes contaminantes ambientales y sus consecuencias sobre el bienestar de las poblaciones humanas, vinculando así el conocimiento con las acciones para proteger la salud pública (1).

El problema de la contaminación atmosférica, entendida como la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que modifican su calidad, en especial de origen antropogénico y, sus efectos en la salud de las poblaciones humanas, ha sido reconocido desde la antigüedad y más recientemente desde hace unos tres siglos con el inicio de la revolución industrial, el aumento de los automóviles que funcionan con combustibles fósiles y el alto consumo de energía no limpia (2) por la exposición a niveles moderados o bajos durante largos periodos. Incluso también desde episodios catastróficos ocurridos durante la primera mitad del siglo pasado en Europa y Estado Unidos, que aumentaron la mortalidad y morbilidad a raíz de exposiciones a niveles elevados de polución (3).

El establecimiento de estos impactos se basa en dos tipos de estudios complementarios entre sí. Los primeros son los toxicológicos experimentales que usualmente se miden con métodos directos a través de biomarcadores (1), que tienen reconocidas limitantes de tipo ético al exponer animales o personas a concentraciones controladas de contaminantes. Por otro lado, los estudios epidemiológicos, de tipo observacional y ecológico, que como mayor ventaja tienen la observación (no intervención, como si la poseen los toxicológicos) de los sucesos en poblaciones humanas bajo circunstancias naturales con el apoyo de redes locales de monitoreo del aire pero que tienen como desventaja la ubicuidad de la exposición a las emisiones a contaminantes (4), bien sea de fuentes fijas (fábricas) o móviles (automóviles).

Los estudios observacionales de la epidemiología ambiental en América latina son muy limitados en número, habiéndose desarrollado principalmente en las dos décadas anteriores en México, Brasil y Chile, y recientemente en Colombia sobre poblaciones urbanas y en grupos vulnerables específicos, como población infantil. (5) Sin embargo, los estudios con población trabajadora son menos frecuentes, pero no por eso menos importantes y, son necesarios en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo.

Por otro lado, los problemas de salud pública cambian conforme la sociedad se desarrolla y modifica sus sistemas productivos, de manera que en la actualidad en Colombia, las tasas de mortalidad prematura se ven altamente influenciadas por ésta creciente problemática de contaminación del aire en interiores y exteriores. Entre otros factores ambientales, se encuentra la concentración poblacional en las urbes, como lo pone de manifiesto el *Documento Conpes 3550* "Lineamientos

para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad del aire, calidad del agua y seguridad química” de 2008. Esta directriz propuso el establecimiento de una *Política Integral de Salud Ambiental*, que aún no se concreta, y de la *Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental – CONASA*, instancia que articula a nivel central la gestión de la salud ambiental (6).

Y es que en Colombia, se estima que el costo aproximado anual de los impactos sobre la salud de la contaminación del aire en zonas urbanas es de cerca de 5 billones de pesos, de los que el 65% se relaciona con mortalidad y el 35% restante con morbilidad, siendo el 51% de este último relacionado con días de actividad restringida en adultos (7). Particularmente por casos de neumoconiosis de origen ocupacional, se calcula que 1,6 de cada 100 muertes se deben a la exposición a material particulado (8), cifra que entra a engrosar el desalentador panorama de decesos relacionados con la deficiente calidad del aire, en este caso en el ámbito laboral.

Profundizando en las circunstancias intra-laborales, hay un desequilibrio en cuanto a la atención que el *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST)* destina a las enfermedades laborales, puesto que estas, por su demora en la manifestación en relación con sus determinantes laborales, son menos evidentes y tangibles que los accidentes, lo que genera al final que el estudio de los padecimientos ocupacionales sea relegado cuando en realidad ambos aspectos comparten mucho, por ejemplo en multicausalidad, influencia de factores extralaborales y estrategias de abordaje (9).

Es sabido que la ocurrencia de una gran cantidad de condiciones y actos inseguros que trascienden a incidentes y luego a accidentes de trabajo y que, en aras de la inmediatez de la situación y de la elevada severidad que puede entrañar un accidente laboral (por ejemplo la mortalidad de una caída en alturas), son los eventos a los que más esfuerzos, recursos humanos, técnicos y financieros se les designa al momento de la planeación y ejecución de un SG-SST por encima del diagnóstico y de la intervención sobre la enfermedad laboral (9), desbalance que es común a todos los sectores productivos y entre ellos desde luego el sector construcción. Esto se refleja incluso en que las principales capacitaciones dadas a los obreros de edificaciones, las cuales enfatizan en temas como “trabajo en alturas, seguridad industrial, prevención de accidentes, riesgos profesionales y primeros auxilios” (8).

Un aspecto muy sensible que es propio de la construcción, tiene que ver con la elevada rotación del personal, en especial de la mano de obra poco calificada, situación puesta en escena por un estudio realizado en el sector construcción de edificaciones por la *Cámara Colombiana de la Construcción – CAMACOL* y el *Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA* en 2015, que destaca que los directores y gerentes de los proyectos identifican como dinámica intrínseca del sector la alta rotación del personal en el nivel operativo, lo cual también se relaciona con el tipo de contrato pues la vinculación por obra o labor contratada y por prestación de servicios representan poco más del 40% de los acuerdos entre empleador y empleado (10).

Sucede que como los proyectos constructivos se ejecutan en variadas localizaciones geográficas, los empleados se contratan según estas particularidades, lo cual, sumado a la ya referida corta duración en la obra (que puede ser incluso de unas pocas semanas y que se debe primordialmente

a la variación en las etapas constructivas que demandan diferentes oficios de especializados desde operadores de maquinaria en movimiento de tierra, operadores de equipos de demolición hasta ayudantes y oficiales de obra blanca y acabados), refuerza la característica de alta rotación e inestabilidad del personal técnico.

Este mismo estudio revela que “las personas ocupadas en actividades relacionadas con el sector de edificaciones, cuentan con un tiempo de vinculación promedio de 6 años (72 meses)” (10), tiempo que es muy corto y que, aunado a la rotación de personal, constituyen barreras para hacerles seguimiento a estos empleados en cuanto a enfermedad laboral y para el diseño y la ejecución del programa de medicina laboral y de los sistemas de vigilancia epidemiológica. Esta condición se suma a la peculiaridad que sobresale en el gremio y que es la altísima participación de contratistas, según las fases del proyecto (y en especial en edificaciones complejas), que son empleadores a pequeña escala y quienes aportan la mayor cuota de personal cambiante (11) y que en Colombia apenas avanzan en la formalización de sus empresas y en el diseño de implementación de sus SG-SST (y con ello al fortalecimiento de su programa de medicina laboral).

A nivel internacional, “la proporción que representa la construcción en el *Producto Interior Bruto* – PIB en los países industrializados varía ampliamente”, representando por ejemplo en Estados Unidos un 4%, en Alemania el 6,5% y en Japón un 17% (11). La importancia del sector económico de la construcción en la dinámica económica y social de Colombia, se ha puesto en escena en la última década y es uno de los pilares que ha impulsado la generación de empleo a nivel nacional, con una participación de “alrededor del 5.8% en el promedio histórico desde el año 2010 al 2015” (10) (siendo el rango de trabajadores de la construcción en países industrializados del 5 al 10% (11)), especialmente al dar oportunidades laborales a una gran cantidad de mano de obra de escasa calificación y que socioeconómicamente se ha caracterizado como población vulnerable.

Esta vulnerabilidad se manifiesta, por ejemplo y, según el estudio de CAMACOL (10), en cifras como un analfabetismo del 3,6%, inferior a la tasa nacional que es de 5.7%, y con mayor prevalencia en los ayudantes u obreros rasos, que tienen un 8% de ausencia de escolaridad y que ejecutan las actividades más peligrosas, siendo por ende la ocupación más expuesta al impacto de los factores de riesgo generadores de enfermedad laboral y, dentro de estas, por supuesto, a las de tipo respiratorio.

Aunque a nivel mundial el porcentaje de trabajadores de la construcción de sexo masculino es predominante con un 90% (11) y en Colombia con un 93% para el oficio de ayudante, en países en vías de desarrollo la fracción de mujeres suele ser mayor en ocupaciones no cualificadas (10), tendencia que va en crecimiento por la inclusión de género, lo que reforzaría la condición de vulnerabilidad de la población de este gremio económico.

1.2. Justificación

Considerando que son pocos los estudios de corte epidemiológico que se han realizado para ahondar en la problemática de la contaminación atmosférica y sus efectos en la población humana y

particularmente en el segmento laboralmente activo en Colombia, una revisión bibliográfica sobre las enfermedades respiratorias que aquejan a esta población trabajadora por exposición a polución en sus lugares de trabajo suministraría un panorama actual que apoye el estado del arte en esta área del conocimiento y fundamente la posterior ejecución de estudios, que al ser epidemiológicos, no tendrían las limitaciones éticas que sí atañen a investigaciones con el uso de biomarcadores.

De igual forma, ésta exploración de las condiciones en que se generan estas enfermedades, particularmente en el entorno del trabajo, y los costos en dinero que ello implica para las empresas, la sociedad y el estado colombiano, constituiría un aporte a la solución de este problema de salud pública de orden nacional y una justificación para que los empleadores valoren las intervenciones en materia de medicina laboral dentro de su *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo* (SG-SST) y destinen recursos a la prevención, de manera conjunta con los aportes gubernamentales, dejando de trasladar estos costos al sistema general de salud y logrando que el sistema de riesgos laborales asuma las responsabilidades que le atañen.

Y es que la puesta en escena de la influencia de la enfermedad laboral respiratoria sobre el deterioro del estado de salud de los trabajadores expuestos, le da la más importante trascendencia al presente trabajo y refuerza la propuesta de una más alta destinación de recursos económicos, humanos y técnicos dentro del SG-SST en especial al diagnóstico oportuno de casos de padecimientos respiratorios y a la prevención de las mismas, siendo un eje estratégico el de la formación del personal, no solo el operativo sino también el administrativo, que es el que toma las decisiones y el que debe, en primera instancia, estar informado y consciente de los riesgos a los que se exponen los empleados que de ellos dependen.

Además le da mayor ponderación al componente de salud y enfermedad laboral que constituye uno de los dos ejes del SG-SST, sin dejar por supuesto de lado a la seguridad y los accidentes de trabajo, y que históricamente ha sido relegado por el lento desarrollo de las patologías en el tiempo y por la inmediatez de la accidentalidad.

Esta monografía aportaría en dos aspectos: el primero es poner de manifiesto las dificultades y las ausencias en el seguimiento por medicina laboral a la población laboral del sector de la construcción, tanto en empresas grandes pero especialmente en los contratistas, y el segundo aspecto es evidenciar la necesidad de definir estrategias que permitan un seguimiento continuo y oportuno al estado de salud de los trabajadores, así ya no laboren en el gremio, logrando que los empleadores se apropien de la responsabilidad por las afectaciones que se hayan podido desencadenar por la exposición a factores de riesgo específicos como lo son los contaminantes atmosféricos de material particulado. El primer paso dentro de estas estrategias sería, por supuesto, establecer una línea base de fundamento científico, puerta que queda abierta con esta monografía como un abre bocas a la oportunidad de generar conocimiento.

Además, realizar estudios ocupacionales, en este caso de tipo basal, en un sector productivo tan representativo como lo es la construcción, particularmente de edificaciones, sería un aporte no solo a la regulación de sus condiciones laborales y al control de la salud pública sino además una contribución a un gremio con gran participación en la economía de las naciones y, en este caso, de Colombia, y con un considerable porcentaje de la población trabajadora.

Finalmente, profundizar sobre el estado actual de la enfermedad laboral respiratoria por agentes químicos y biológicos en una población vulnerable como lo son los obreros de la construcción de edificaciones, colaboraría a cerrar la brecha social que existe entre estas personas menos favorecidos y los demás ciudadanos, aspecto relevante además cuando el sector de la construcción ha venido involucrándose con actividades y enfoques de responsabilidad social y dándose cuenta del rol que su quehacer posee en la sociedad colombiana actual (10).

1.3. Pregunta de estudio

¿Cuál es el panorama nacional en cuanto al diagnóstico y al direccionamiento legal de las enfermedades laborales respiratorias por exposición a material particulado en trabajadores del sector de la construcción de edificaciones y cómo ésta situación se manifiesta e impacta en la economía de las organizaciones y del país, en el estado de salud de este segmento de la población laboral y en la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Identificar y explicar las enfermedades respiratorias reconocidas en Colombia como laborales y ocasionadas por exposición a material particulado en el ambiente laboral en el sector de la construcción, el marco normativo que las acompaña, sus agentes etiológicos y su costo económico.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar el marco normativo legal y técnico a nivel nacional y las principales directrices internacionales relacionados con la contaminación atmosférica por material particulado y con la enfermedad laboral, a la vez que delimitar el sector productivo de la construcción de edificaciones en Colombia de acuerdo a las normas técnicas.
- ✓ Describir las materias primas empleadas en la construcción de edificaciones que sean más representativas y que generen emisiones de material particulado que puedan conllevar al desarrollo de enfermedades respiratorias en la población expuesta.
- ✓ Puntualizar los tipos de material particulado que actúen como agentes etiológicos de patologías respiratorias ocupacionales en el gremio de la construcción.
- ✓ Caracterizar las pruebas diagnósticas que deben realizarse para diagnosticar los diferentes padecimientos respiratorios ocupacionales que se presenten en la población trabajadora de la construcción de edificaciones.
- ✓ Determinar y explicar, con base en el *Decreto 1477 de 2014* y en otras guías, cuáles son las enfermedades respiratorias que pueden presentarse en los trabajadores de la construcción de edificios por agentes químicos y biológicos de material particulado.
- ✓ Explorar las estimaciones que se hayan realizado sobre los costos que conlleva el abordaje de las enfermedades laborales, con énfasis en las de tipo respiratorio y las dificultades en el ejercicio de valoración económica de las mismas.

3. Metodología

3.1. Enfoque metodológico de la revisión

Para la identificación de publicaciones relevantes y relacionadas con la pregunta de estudio, se diseñó una estrategia de exploración basada en búsqueda manual y búsqueda electrónica en bases de datos e internet mediante el uso de una serie de términos clave según la temática que fuera abordando, bien fuera normativa o técnica.

En el caso del marco legal ambiental, se buscó esencialmente en las páginas web *del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM* y del *Subsistema de Información sobre calidad del aire – SISAIRES*. La normatividad relacionada con salud pública se examinó mediante el motor de búsqueda *Google*. Luego de esto, se analizó la versión de la respectiva norma legal con sus actualizaciones en el portal de la *Alcaldía de Bogotá - Régimen Legal*, conocido por incluir el texto completo de las leyes y sus vigencias. La delimitación del sector productivo de acuerdo a la normatividad técnica se construyó con base en la *Norma Sismo Resistente (NSR-10)* de 2010.

En cuanto al marco teórico, la descripción de materias primas se basó en dos aspectos que fueron las hojas de datos de seguridad de los materiales y textos técnicos que describían los procesos constructivos en que participaban estos insumos. El diagnóstico de las enfermedades laborales se fundamentó en el estudio de textos de neumología ocupacional y de las *Guías colombianas de atención integral de salud ocupacional basadas en la evidencia – GATISST* para asma ocupacional, neumoconiosis y cáncer de pulmón.

El componente teórico más importante de esta monografía, la descripción de las enfermedades respiratorias ocasionadas por material particulado en los oficios de la construcción de edificaciones se basó en el *Decreto 1477 de 2014*, dividiéndose según el agente etiológico fuera químico o biológico y extractando de esta norma legal las patologías que se listarán en las ocupaciones de este gremio. Dentro de los padecimientos de origen químico se realizó a su vez una clasificación según se tratara de neoplasias o enfermedades del sistema respiratorio no cancerosas.

Para la explicación de las afecciones, estas se agruparon de acuerdo a sus características en cánceres, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica – EPOC y asma ocupacional y neumoconiosis pero también se describieron otros diagnósticos específicos y por grupo del *Código CIE-10* con la información extractada de las tres GATISST y de publicaciones en revistas. Los criterios de búsqueda de estos artículos se basaron en palabras claves, usualmente el nombre de la patología y los términos “construcción” y “material particulado” en las base de datos *Academic Search Complete* (EBSCO) y *Medline Complete*, restringiendo en lo posible a hallazgos con fecha de publicación desde 1995 hacia la actualidad, tanto en idioma inglés como español. Antes de estudiar todo el artículo, se analizó su título y resumen para determinar si estos mostraban pertinencia y ajuste al alcance de la monografía.

De manera singular, el abordaje de las enfermedades respiratorias causadas por la exposición al agente biológico de polvo de madera se realizó primordialmente desde la comparación del listado de especies maderables del *Apéndice D* de la guía de la *American Conference of Governmental Industrial Hygienist –ACGIH* con las halladas en el *Catálogo de la Biodiversidad de Colombia*.

El componente de costos económicos de las enfermedades laborales y los referentes socioeconómicos mencionados en los diferentes numerales a lo largo del referente teórico y conceptual y del planteamiento del problema de estudio se basaron en especial en el estudio de Larsen, 2004, y *Cámara Colombiana de la Construcción – CAMACOL* y el *Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA*, 2015, así como de algunos capítulos de libros de la materia.

Las estrategias didácticas empleadas para facilitar la presentación de la información fueron las tabulaciones que consolidaban los datos y mostraban comparaciones y los gráficos, estos en su totalidad de autoría propia e incluyendo una línea de tiempo para las normas legales.

3.2. Tipo de proyecto

El proyecto de grado es de tipo monografía con revisión bibliográfica normativa y técnica.

4. Referente teórico y conceptual

4.1. Marco normativo

Entendiendo como supuesto fundamental que las enfermedades respiratorias se relacionan con el medio ambiente y dentro de este con el recurso natural aire, el marco normativo se debe abordar desde el eje salud y el eje ambiente, áreas en que Colombia posee una vasta regulación legal y técnica. Se presentan los hallazgos pertinentes en un horizonte temporal por periodos.

4.1.1. Periodo 1974 a 1995

En cuanto al medio ambiente, la normatividad comenzó a incrementarse desde 1993 por la creación del *Sistema Nacional Ambiental – SINA* con la Ley 99, a partir de la cual se desarrollaron regulaciones nuevas y se adaptaron otras disposiciones en cuanto a todos los recursos naturales. En el caso del aire, fue el Decreto 948 de 1995 “Por el cual se reglamenta (...) la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire” (12), recientemente compilado en el *Título 5 - Aire del Decreto Único Reglamentario – DUR del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible 1076 del 2015*, el que recogió las regulaciones que desde el *Decreto Ley 2811 de 1974* (13) empezaron a surgir en torno a este recurso natural ahondando en las áreas de calidad del aire, ruido y olores, de los cuales compete para el desarrollo de esta monografía solo la norma de calidad del aire o inmisión, que se conceptúa en su Artículo 2.2.5.1.1.2. “Definiciones” (14) como:

“Inmisión. Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un receptor. Se entiende por inmisión la acción opuesta a la emisión. Aire inmisible es el aire respirable al nivel de la tropósfera”.

Como propósito de la regulación en cuanto a aire se extracta de su Artículo 2.2.5.1.1.1. “Contenido y objeto” (14):

“(...) definir el marco de las acciones y los mecanismos administrativos de que disponen las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire; y evitar y reducir el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana ocasionados por la emisión de contaminantes químicos y físicos al aire; a fin de mejorar la calidad de vida de la población y procurar su bienestar bajo el principio del Desarrollo Sostenible”.

Es destacable que dentro de esta intención no solo se pretende aminorar el impacto ambiental negativo, sino además el detrimento sobre la salud humana, objetivo en el que convergen las normas básicas laboral *DUR 1072 de 2015* y ambiental *DUR 1076 de 2015*.

En el desarrollo de la reglamentación sobre calidad del aire, se abordan aspectos como periodos de exposición, niveles normales de concentración de contaminantes, tipos de fuentes de contaminantes (fijas y móviles), actividades prohibidas y sitios de esta prohibición con base en la emisión de

sustancias tóxicas, permisos de emisión de fuentes fijas y las actividades que lo requieren, evaluación y certificación de fuentes móviles, planes de contingencia ante episodios de contaminación atmosférica, entre otros temas (14).

4.1.2. Periodo 2005 - 2010

No se hace mención específica dentro del *Título 5 - Aire del DUR 1076 de 2015* a la calidad del mismo en interiores o exteriores y dentro o fuera del entorno laboral. Dentro de este mismo apartado falta detallar y/o remitir a aspectos técnicos que son necesarios para un conocimiento y posterior control de las emisiones atmosféricas. Tal es el caso de “redes de monitoreo de calidad del aire, laboratorios, inventarios de emisiones, modelos de dispersión y de calidad del aire, adecuados a las realidades ambientales, económicas e institucionales de cada localidad” como se planteó desde el *Documento Conpes 3344 de 2005 - Lineamientos para la formulación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del aire* (15).

Este documento del *Consejo Nacional de Política Económica y Social* planteó el marco interinstitucional y multisectorial que debería tener la gestión ambiental del recurso aire para una efectiva y real prevención y un control asertivo de la contaminación atmosférica (15):

“La gestión de la calidad de aire es transversal a diferentes sectores y no depende de manera exclusiva de las autoridades ambientales. Es por ello que el éxito de las medidas que en esta materia sean emprendidas dependerá en gran manera de una coordinación sectorial efectiva”.

Es así como el *Conpes 3344* sustentó de forma muy rápida la creación de la *Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Prevención y el Control de la Contaminación del Aire - Conaire* con el *Decreto 244 de 2006*. Hay dos aspectos a destacar respecto a esta Comisión que tuvo una vigencia de cuatro años y cuyo carácter fue asesor; el primero de ellos fue su carácter Intersectorial, que concuerda con lo extractado en el párrafo anterior del *Conpes 3344*, pues se conformó, entre otros, por los ministerios de Ambiente, Protección Social, Minas y Transporte. Estos dos últimos se incluyeron debido a que *“Las decisiones de mayor impacto en materia de calidad del aire dependen de los sectores de energía y transporte”* (15).

No obstante, *Conaire* no logró posicionarse como el espacio de convergencia de decisiones en torno al manejo y gestión del recurso aire y de hecho en la actualidad este es administrado de manera independiente por la mayoría de las autoridades ambientales regionales como las Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades de grandes centros urbanos, a través de los *Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA*, como lo plasma el *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM* en su *Informe del Estado de la Calidad del Aire 2007-2010* (16).

De igual forma, el *Conpes 3344* proporcionó las bases para lo que se instituyó cinco años después en 2010 como la *Política de prevención y control de la contaminación del aire* (15). Esta tiene como objetivos relacionados con la contaminación del aire por material particulado y actividades

correspondientes del Plan de Acción, los relacionados en la Tabla 1. Como corto plazo, mediano plazo y largo plazo se establecen los años 2014, 2016 y 2019, respectivamente.

Tabla 1. Objetivos y actividades de la *Política de prevención y control de la contaminación del aire* relacionado con los impactos del material particulado en la salud humana.

| Objetivo general | Objetivos específicos | Actividades del Plan de Acción | Plazo |
|--|--|--|----------------|
| Impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar los niveles de calidad del aire adecuados para proteger la salud y el bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible. | 1. Regular los contaminantes de la atmósfera que pueden afectar la salud humana y el bienestar de la población, fijando niveles adecuados para proteger la salud de la población y el bienestar humano. | Apoyar al Ministerio de la Protección Social en la revisión de la reglamentación de los contaminantes que afectan la calidad del aire intramural. | CP |
| | | Articular el SISAIRE con el Subsistema Unificado de Información de Salud Ambiental (SUISA). | MP |
| | | Elaborar por lo menos cada dos años informes nacionales de calidad del aire y ruido. | CP MP LP |
| | 2. Identificar las principales fuentes de emisión de los contaminantes que afectan la salud humana y el bienestar de la población. | Realizar caracterizaciones de material particulado en las zonas clasificadas por material particulado como áreas-fuente de contaminación media o alta. | CP MP |
| | | Establecer la participación de las diferentes fuentes de emisión en las zonas donde se han realizado caracterizaciones de material particulado. | CP MP |
| | 3. Establecer, promover y fortalecer las estrategias para prevenir y minimizar la generación de emisiones de contaminantes y de ruido a la atmósfera. | Identificar los sectores productivos que tienen dificultades para cumplir con la reglamentación de fuentes fijas. | CP MP LP |
| | 5. Continuar la implementación de compromisos internacionales adquiridos por el país e incrementar el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente, relacionadas con prevención y control de la contaminación atmosférica | Identificar las zonas del país que requieren equipos de monitoreo de PM2.5. | CP |

Fuente: *Política de prevención y control de la contaminación del aire – 2010* (17).

Como se evidencia en la anterior tabla, el objetivo principal de esta Política busca finalmente “proteger la salud y el bienestar humano” lo cual de nuevo refuerza la relación planteada al comienzo de este numeral entre la calidad ambiental del aire y la salud de las personas. Se destaca el abordaje de la contaminación en interiores desde el objetivo 1 y la necesidad desde el objetivo 2 de establecer la influencia de cada fuente de emisión en el aporte de material particulado, lo cual se enlaza de manera lógica con los factores extra laborales de exposición a material particulado pues es insensato que se pueda atribuir toda la incidencia de enfermedades respiratorias a un solo factor de exposición cuando es claro que el aire recibe aportes de todo tipo de emisores de polución.

En el mismo 2006 se comienza a desarrollar la normatividad legal específica de calidad del aire con la *Resolución 601* “Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia” definida esta como (18):

“El nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente”.

En esta importante norma, salubrista más que ambientalista, se establecen, entre otros, los *Niveles Máximos Permisibles – NMP* de contaminantes en la atmósfera para Partículas Suspendidas Totales – PST y Material Particulado menor a 10 micras – PM10, para tiempos de exposición de un año y 24 horas. La *Resolución 601* no incluyó Material Particulado menor a 2.5 micras – PM2,5 pero con la *Resolución 610 de 2010*, que le modificó, sí se anexó este tipo de contaminantes, que junto con el PM10 son de altísimo interés para la incidencia de enfermedades respiratorias y cuyas definiciones de acuerdo a esta última norma se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. Definiciones de los contaminantes de material particulado.

| Contaminante | Definición |
|--|---|
| PST - Partículas Suspendidas Totales | Material particulado que incluye tanto a la fracción inhalable como a las mayores de 10 micras, que no se sedimentan en períodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad. |
| PM10 - Material Particulado Menor a 10 Micras | Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales. |
| PM2.5 - Material Particulado Menor a 2,5 Micras | Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrómetros nominales. |

Fuente: *Resolución 610 de 2010* (19).

Retomando la *Resolución 601 de 2006*, esta además de definir los primeros límites permitidos de contaminantes, también estableció que el *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM* elaborara el *Protocolo del Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire*, que no fue adoptado oficialmente sino luego de cuatro años con la *Resolución 650 de 2010*, ajustada unos meses después.

Dicho *Protocolo*, que es competencia de la autoridad ambiental con jurisdicción en determinado territorio, consta de dos manuales: uno para el diseño y otro para la operación de los *Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA*, que dependen del número de habitantes o de si un territorio posee problemáticas específicas de acuerdo a las actividades industriales que allí se desarrollen, y que se establecen para escalas de monitoreo que van desde la regional con máximo 20 km hasta la micro con áreas entre 2 y 100 m (20).

Es fundamental detenerse acá un momento y explicar el por qué se relaciona el *Protocolo del Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire* y sus dos manuales con la salud humana afectada por el deterioro de este recurso natural. Para esto basta con analizar que, dentro de los posibles nueve

objetivos de un SVCA que se plantean en el *Manual de diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire*, hay varios que se remiten al impacto negativo de la salud de las poblaciones por la presencia de contaminantes en el aire, como se extracta en la Tabla 3, tanto por situaciones “normales” de exposición, como por eventos de emergencia.

Tabla 3. Posibles objetivos de un *Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA*.

| Literal | Posible objetivo de un SVCA | Explicación del objetivo |
|---------|---|---|
| A | Determinar el cumplimiento de las normas nacionales de la calidad del aire. | Para éstos casos la finalidad de un SVCA consiste básicamente en determinar las concentraciones de contaminantes atmosféricos y comparar los resultados con la normatividad vigente que regula la materia. Estos sistemas pueden diseñarse empleando equipos manuales o automáticos, según la frecuencia estipulada por la normatividad para cada contaminante. Por lo general, se requiere determinar promedios tanto anuales como para cada veinticuatro horas. |
| D | Evaluar el riesgo para la salud humana. | Con respecto a los (efectos agudos sobre la salud de la población), es indispensable la medición de los contaminantes a intervalos cortos. Los periodos de muestreo de una a 24 horas son suficientes. Para determinar exposiciones de máximas concentraciones, es posible obtener el promedio de las mediciones durante periodos más cortos. En cuanto a los efectos crónicos, bastarán los promedios anuales. Es procedente también un conocimiento de las variaciones durante periodos de hasta 24 horas. La integración de tales resultados ofrecerá un buen complemento para la toma de decisiones. En ambos casos, la investigación requiere que los sitios de vigilancia estén localizados de manera que los datos obtenidos representen las concentraciones a las cuales están expuestos los grupos de población sujetos a estudio. (...) Generalmente se usa para tales estudios, poblaciones con diferentes grados de exposición. |
| F | Activar los procedimientos de control en episodios de contaminación. | El <i>Decreto 948 de 1995</i> (...), faculta a las autoridades ambientales a adoptar medidas para atender episodios en los que se superen las normas de calidad del aire establecidas en la normatividad vigente. En consecuencia es necesario para este tipo de mediciones, una gran rapidez de asimilación de los datos una vez que los contaminantes entran en contacto con los monitores. En este caso, los sistemas de vigilancia automáticos son ideales, porque permiten implementar medidas de control basadas en lecturas en tiempo real. Se recomienda tomar promedios horarios, para obtener información útil, fácilmente utilizable y comparable con las normas respectivas. |
| I | Soportar investigaciones científicas. | Se refiere a mediciones con objetivos definidos desde el punto de vista científico, puede incluir bases para estudios epidemiológicos, estudios de especiación, estudio de reacciones fotoquímicas, estudio de transporte de contaminantes a grandes distancias, entre otros. |

Fuente: *Manual de diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire* (20).

Por su parte, el *Manual de operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire* establece entre otros, el contenido de los informes periódicos de calidad del aire y el cálculo de un importante indicador, el *Índice de Calidad del Aire – ICA*, que se conceptúa como se presenta en la Tabla 4:

Tabla 4. Conceptualización del *Índice de Calidad del Aire – ICA*.

| Aspecto | Definición |
|-----------------------|---|
| Definición | Corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. |
| Valores | Corresponde a un valor adimensional, que oscila entre 0 y 500. |
| Calculado para | Cada estación y para cada uno de los contaminantes monitoreados por el SVCA. |
| Contaminantes medidos | Los denominados “contaminantes criterio” (PST, PM10, SO ₂ , NO ₂ , O ₃ y CO). |
| Utilidad | Permitirá comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las autoridades ambientales o entidades, que cuenten con un SVCA. |

Fuente: *Manual de operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire* (21).

Como se evidencia entonces, el *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire* y los dos manuales que le componen, son orientaciones técnicas y legales que a través del monitoreo ambiental pueden suministrar las bases para efectuar un control sobre los contaminantes medidos, entre los que siempre se incluye material particulado, y así propender por el cuidado y mejora del estado de salud de las poblaciones humanas en los territorios evaluados, en especial las poblaciones más vulnerables.

Retomando a 2005, así como el *Conpes 344* sustentó las bases para la posterior *Política de prevención y control de la contaminación del aire*, hay otro documento que con igual fuerza se relaciona con la calidad del aire y la salud y es el *Conpes 3550 de 2008 - Lineamientos para la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química* cuyo fin es “definir los lineamientos generales para fortalecer la gestión integral de la salud ambiental orientada a la prevención, manejo y control de los efectos adversos en la salud resultado de los factores ambientales, como base para la formulación de la *Política Integral de Salud Ambiental*” (6).

Acompañado de la propuesta de creación de la *Política Integral de Salud Ambiental – PISA*, que a la actualidad continúa sin materializarse, y para “asegurar el coordinado diseño, formulación, implementación, seguimiento y evaluación de las políticas y estrategias nacionales” (6) de esta, se planteó la creación de la *Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental – CONASA*, que se cumplió con el *Decreto 2972 de 2010* el cual a su vez propone como entes descentralizados para su operación desde los departamentos a los *Consejos Territoriales en Salud Ambiental – COTSA* (22), que buscan legitimar las decisiones de la CONASA (23).

Los aportes de la CONASA y los COTSA, que a 2014 eran 30 de 38 proyectados y cuya conformación se promovió en su mayoría desde las *Direcciones Territoriales de Salud*, han sido básicamente consolidar la gestión intersectorial en salud ambiental, gestionar el apoyo financiero y promover la investigación en salud ambiental y abordar su problemática de los territorios (23).

En el eje de salud, se adoptaron en 2007 por parte del Ministerio de la Protección Social las primeras de las hoy diez *Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia* denominadas a la actualidad *GATISST*, a través de la *Resolución 2844* (24), entre las que se tiene

Neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis). Un año después, se continuó con la adopción de las otras cinco GATISST a través de la *Resolución 1013 (25)*, incluyendo otras dos relacionadas con enfermedad respiratoria como son *Asma ocupacional* y *Cáncer de pulmón relacionado con el trabajo*. El contenido de estas GATISST se analizará en el numeral de *Marco temático*.

4.1.3. Periodo 2012 a la actualidad

En el marco de salud ambiental, y a nivel nacional y específicamente dentro del *Plan Decenal de Salud Pública 2012 – 2021*, se evidencia en las dimensiones prioritarias de “*Salud ambiental*” y “*Salud y ámbito laboral*” que la pretensión del gobierno es, ante la innegable relación de la calidad del aire, en interiores y exteriores, con la salud de la población, priorizar la investigación que fundamente una intervención en todos los ámbitos, entre los que se destaca el laboral (26). Los principales extractos de esta política se presentan en la Tabla 5.

A partir del *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - SGSST*, que fue reglamentado mediante el *Decreto 1443 de 2014* que a su vez fue integrado en el *Decreto Único Reglamentario – DUR del Sector Trabajo 1072 de 2015*, se establece como responsabilidad del empleador en el Artículo 2.2.4.6.24. “*Medidas de prevención y control*” (27):

“Parágrafo 3. El empleador debe desarrollar acciones de vigilancia de la salud de los trabajadores mediante evaluaciones médicas (...) y los programas de vigilancia epidemiológica, con el propósito de identificar precozmente efectos hacia la salud derivados de los ambientes de trabajo y evaluar la eficacia de las medidas de prevención y control”.

Aunque este requerimiento legal parece simple y fácilmente alcanzable, entraña dentro de sí una amplia y compleja obligación por parte del empleador. Una de las palabras más representativas es el adverbio “precozmente” que le otorga un alcance predictivo y preventivo “a priori”, antes de que se desarrollen efectos (no menciona si adversos y/o benéficos) sobre la salud de los empleados. A este se suma un aspecto vital y que enmarca una de las principales justificaciones de la presente monografía y es el complemento “derivados de los ambientes de trabajo”, lo que claramente hace referencia solo a los factores de riesgo intra-laborales, omitiendo la influencia de lo extralaboral sobre esos efectos en el estado de salud.

Teniendo ya esta obligación en términos legales y generales, se debería haber desarrollado o al menos estar en proyecto de norma la reglamentación específica de los diferentes factores de riesgo que pueden propiciar esos impactos en la salud. Se ha avanzado en la regulación legal específica de factores como el psicosocial con la *Ley 1010 de 2006* y la *Resolución 2646 de 2008* (mucho antes de que se reglamentara el SGSST) y el de Tareas de Alto Riesgo, específicamente en trabajo en alturas con la *Resolución 1409 de 2012* (también antes del *Decreto 1443 de 2014*). No obstante para los demás factores de riesgo no se tienen en la actualidad disposiciones legales específicas aunque si hay disposiciones técnicas, siendo las más importantes las ya mencionadas *Guías de Atención Integral en Seguridad y Salud en el Trabajo – GATISST*.

Tabla 5. Principales aspectos del *Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021*.

| Dimensión Salud ambiental | | | |
|---|--|--|--|
| Componente | Objetivo del componente | Meta | Estrategia |
| Hábitat saludable. | c) Intervenir con enfoque diferencial los determinantes sanitarios y ambientales de la salud relacionados con la calidad del aire (...). | 18) A 2021 las entidades territoriales priorizadas implementan estrategias intersectoriales encaminadas a proteger la salud de la población y el bienestar humano asociado a los contaminantes presentes en el aire. | r) Promoción de la calidad del aire en el interior y exterior de las edificaciones (...). Fortalecer espacios (...) que involucren a los diferentes actores relacionados con la prevención y control de la contaminación del aire, e implementación de alternativas orientadas a la vigilancia epidemiológica (...). |
| | | | s) Entornos laborales saludables que promuevan la salud, mejoren las condiciones de trabajo y disminuyan los riesgos laborales. Incluye acciones de Inspección, Vigilancia y Control IVC de los riesgos sanitarios y ambientales en los ámbitos laborales (...). |
| Situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales. | c) Formular e implementar estrategias para efectuar estudios de la carga ambiental de las enfermedades prioritarias en salud pública. | 1) A 2021 el país contará con estudios de la carga ambiental de la enfermedad y costos en salud de los eventos priorizados relacionados con el aire y la seguridad química, (...). | d) Investigación para la salud ambiental. |
| | | 7) A 2017 se habrá formulado y estará en desarrollo la <i>Política Nacional para la Gestión Integral de Sustancias Químicas</i> que involucre todas las etapas del ciclo de vida de las mismas. | f) Fortalecimiento de la vigilancia en salud pública e inteligencia epidemiológica para el análisis integrado de información de la carga ambiental de la enfermedad (...). |
| Dimensión Salud y ámbito laboral | | | |
| Componente | Objetivo del componente | Meta | Estrategia |
| Situaciones prevalentes de origen laboral. | b) Definir la política nacional de investigación científica en seguridad y salud en el trabajo que permita establecer los problemas de mayor incidencia y prevalencia de la salud de los trabajadores. | d) A 2021 se desarrolla la línea de investigación en salud en el ámbito laboral, | c) Fomento de la vigilancia epidemiológica ocupacional: |
| | | | e) Fortalecimiento de la investigación. |

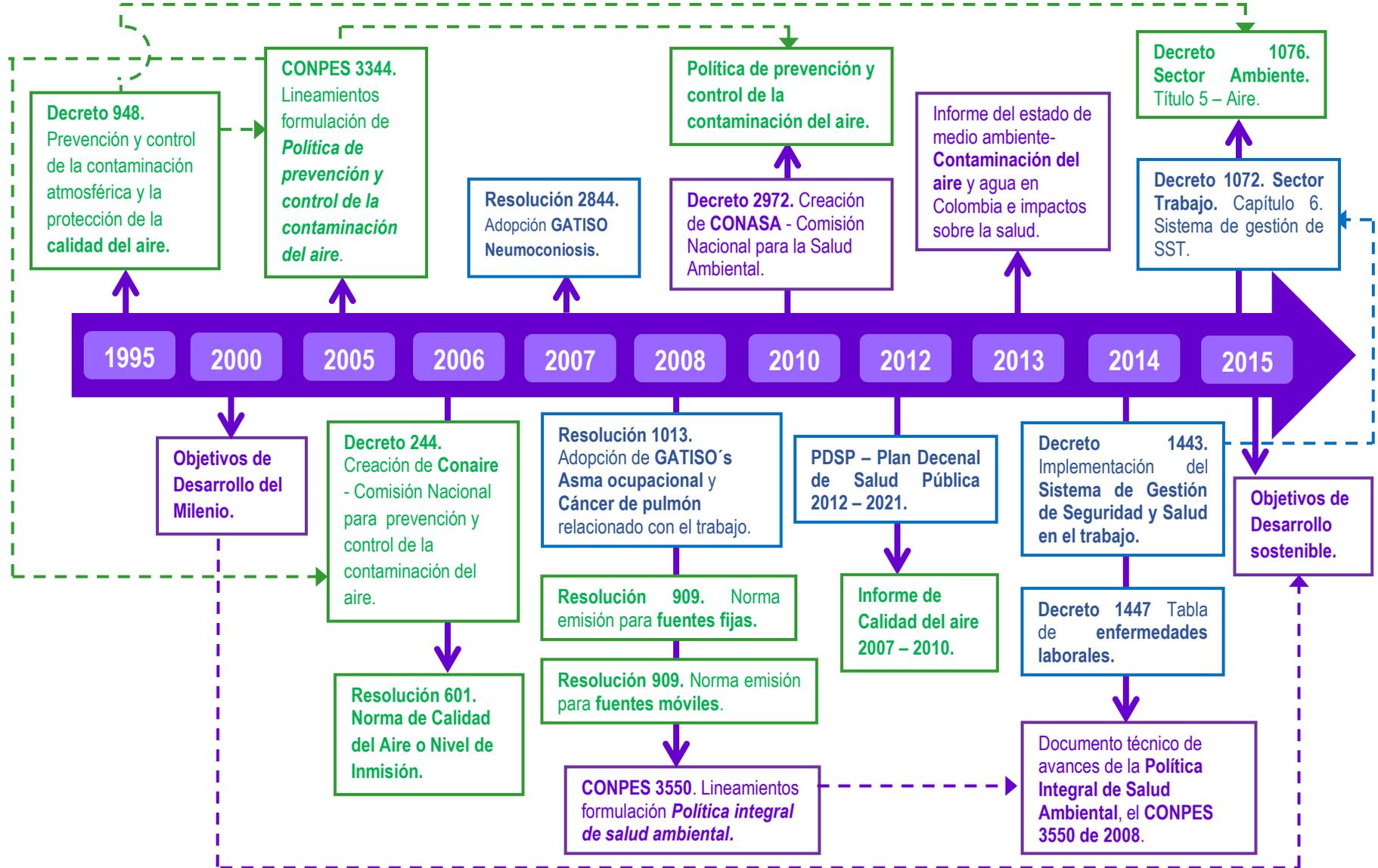
Fuente: *Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021* (26)

A nivel internacional y desde los *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, que a partir de 2015 han sustituido los *Objetivos de Desarrollo del Milenio* de 2000, la *Organización de Naciones Unidas* busca dar los lineamientos para que las naciones desarrollen esfuerzos armonizados en varias áreas para el progreso de la humanidad y la conservación del planeta. Es así como desde el Objetivo 3 “*Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*” se tiene una meta específica para que, en un horizonte de quince años, se pueda reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación atmosférica y de otros recursos naturales (28).

Finalizando con el recuento de normatividad, se normalizó en este periodo la actualización de la Tabla de enfermedades laborales mediante el *Decreto 1477 de 2014* (29) derogando el anterior *Decreto 2566 de 2009* y dando cumplimiento tardío a la disposición de reajustarla mínimo cada tres años. El análisis de esta norma legal se presenta en el numeral de *Marco teórico*.

El consolidado de las principales normas relacionadas se presenta en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Consolidado de normatividad legal y técnica relacionada con contaminación del aire y sus efectos adversos en la salud humana.



4.1.4. Delimitación del sector productivo de acuerdo a la normatividad

No sería completo este marco normativo sin antes aclarar bajo la perspectiva legal como se tipifica el sector construcción y específicamente la construcción de edificaciones. A nivel internacional, la *Organización Internacional del Trabajo - OIT* posee dos clasificaciones dentro del sector de la construcción, tanto para organizaciones públicas y privadas: una para las empresas que levantan edificios (residenciales, institucionales, comerciales, industriales) y otra para las que construyen infraestructura, en especial vías (incluyendo túneles) y megaobras (como aeropuertos e hidroeléctricas) (11). En Colombia, la *Norma Sismo Resistente (NSR-10)*, adoptada por el *Decreto 926 de 2010* (30) y posteriormente modificada por el *Decreto 092 de 2011* (31), define en su *Título A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente* una edificación como “una construcción cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos” (32).

De igual manera, la *NSR-10* establece en su *Título K – Requisitos complementarios* que toda edificación se debe clasificar en un grupo de ocupación, como se presenta en la Tabla 6, básicamente en residenciales y no residenciales.

Tabla 6. Clasificación de las edificaciones.

| Clasificación | Uso o destinación de la edificación o espacio. | Ejemplos. | |
|----------------|--|--|--|
| No residencial | Almacenamiento. | Almacenamiento de mercancías, carga o bienes en general, a menos que se clasifiquen en el grupo de ocupación “Alta peligrosidad”. | |
| | Comercial. | Realización de transacciones, ofrecimiento de servicios profesionales, compra, venta y uso de mercancías, carga o bienes en general, excepto los incluidos en el grupo de ocupación “Alta peligrosidad”. | Entidades financieras, oficinas, almacenes, mercados, restaurantes, centros comerciales, centros de depósito al detal y por mayor. |
| | Especiales. | No clasificados en ninguno de los otros grupos de ocupación y que tengan características técnicas o constructivas especiales. | Parqueaderos, piscinas, alojamiento y tratamiento de animales, cementerios, talleres, parques de diversión. |
| | Fabril e industrial. | Explotación de materia prima, fabricación, ensamblaje, manufacturación, procesamiento o transformación de productos, materiales o energía, excepto cuando la naturaleza de estos conlleve a la clasificación en el grupo de ocupación “Alta peligrosidad”. | Fábricas e industrias. |
| | Institucional. | Reclusión de personas que adolecen de limitaciones mentales o están sujetas a castigos penales o correccionales. | Prisiones, reformatorios, hospitales mentales. |
| | | Tratamiento o cuidado de personas. | Hospitales, centros de salud, guarderías, ancianatos, orfanatos. |
| | | Reunión de personas con propósitos de educación o de instrucción. | Instituciones educativas, universidades, jardines infantiles. |
| | | Atención de emergencias, preservación de la seguridad de personas. | Estaciones de policía, bomberos y defensa civil; instituciones militares. |
| | | Prestación de servicios públicos y administrativos necesarios para el funcionamiento de las entidades | Centros administrativos y juzgados. |

| | | | |
|---------------------|---|---|--|
| | | territoriales. | |
| Lugares de reunión. | Reunión o agrupamiento de personas con fines como se lista más abajo y que en general disponen de medios comunes de salida o de entrada (se excluyen las edificaciones del grupo de ocupación "Institucional"). | | |
| | Religiosos. | Iglesias y similares. | |
| | Deportivos. | Estadios, gimnasios, coliseos. | |
| | Políticos. | Consejos, salas de gobierno. | |
| | Culturales. | Salas de cine, auditorios, teatros. | |
| | Sociales y recreativos. | Bibliotecas, museos, discotecas, clubes. | |
| | De transporte. | Terminales de pasajeros, metro, estaciones. | |
| Mixto y otros. | Edificaciones que por tener más de un tipo de ocupación no clasifican en ninguno de los otros grupos específicos. | | |
| Alta peligrosidad. | Almacenamiento, producción, procesamiento, compra, venta o uso de materiales o productos altamente inflamables o combustibles o potencialmente explosivos, propensos a incendiarse con extrema rapidez o a producir gases o vapores irritantes, venenosos o explosivos. | | |
| Residencial. | Vivienda familiar o de grupos de personas como dormitorios, con o sin instalaciones de alimentación (se excluyen las edificaciones del grupo de ocupación "Institucional"). | Ocupación residencial unifamiliar y bifamiliar (casas y fincas). | |
| | | Ocupación residencial multifamiliar (edificios de apartamentos, dormitorios universitarios, monasterios, multifamiliares e internados). | |
| | | Ocupación residencial hoteles. | |

Fuente: Extractado de la *Norma Sismo Resistente (NSR-10) - Título K – Requisitos complementarios (33)*.

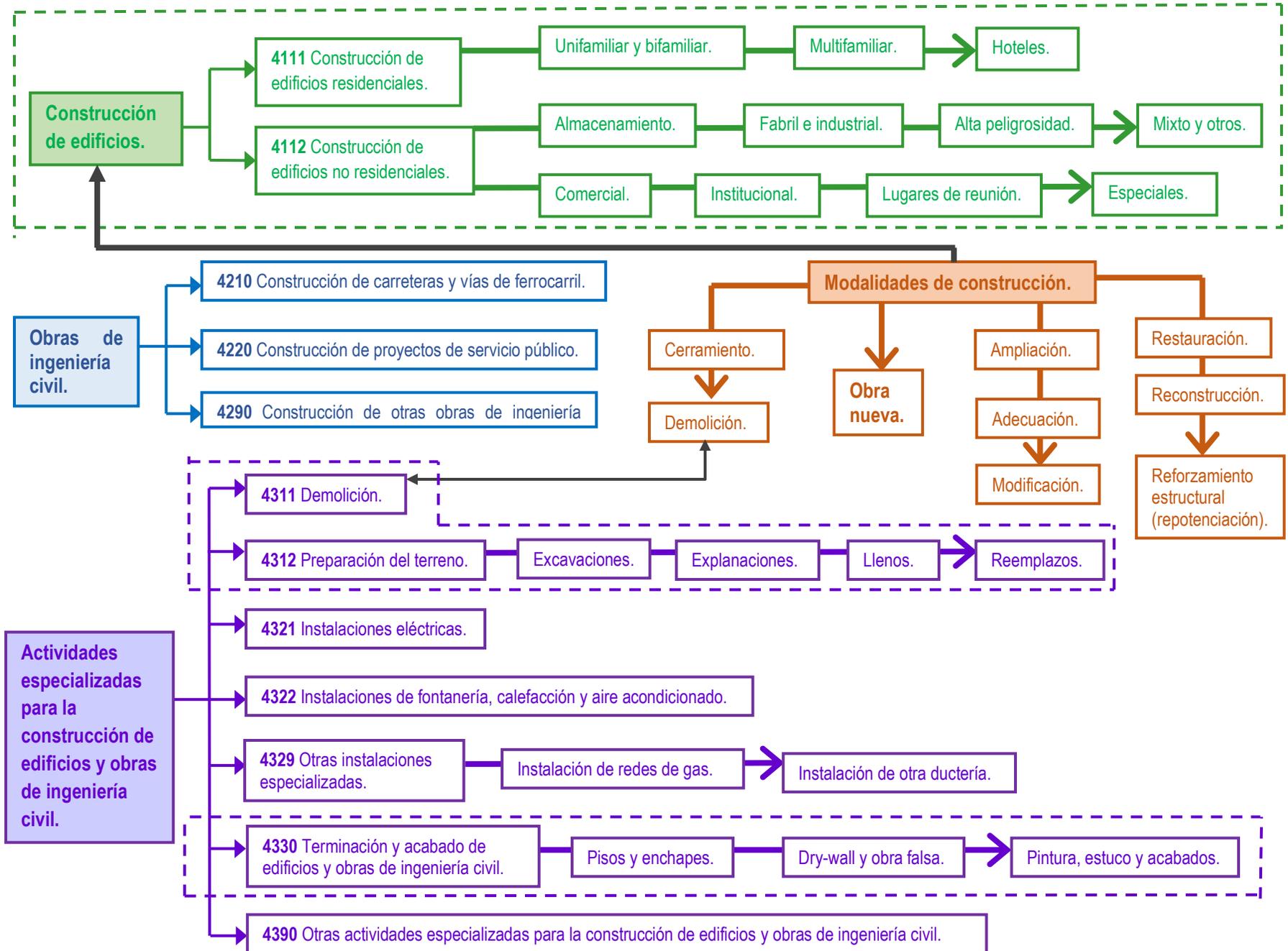
Esta amplia tipificación de las edificaciones conlleva una gran variedad de características y sistemas constructivos que entrañan diferentes niveles de exposición a los factores de riesgo, de los cuales no es la excepción el riesgo químico y en este al material particulado.

Por su parte, la *Resolución 139 de 2012* de la *Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN*, adoptó la *Clasificación de Actividades Económicas – CIIU revisión 4* adaptada para Colombia. Bajo esta, el *Título F* contempla bajo tres divisiones todas las actividades que pueden categorizarse como construcción propiamente dicha. De estas, una se relaciona directamente con la construcción de edificaciones y otra de manera indirecta al abarcar actividades de apoyo que suelen ser desarrolladas por contratistas de la constructora principal.

El *Decreto 1469 de 2010* reglamentario de las licencias urbanísticas, determina los tipos de licencias y en estas la de construcción que contienen a su vez diferentes modalidades que van desde la obra nueva hasta modificaciones y restauraciones. De igual manera a como el tipo de edificación influye en los niveles de exposición a los factores de riesgo ocupacionales, así mismo cada una de las variaciones de una licencia establece una amplia gama de riesgos referidos principalmente a la variedad de materias primas empleadas. Es así por ejemplo como la demolición o restauración de una edificación antigua probablemente signifique exposiciones a asbesto, material que ya no se utiliza para edificios nuevos pero que fue común en décadas pasadas.

Para fines prácticos se presenta en el Gráfico 2 la integración de las actividades económicas con la clasificación de la ocupación de las edificaciones de la *Resolución 139 de 2012* y de la *Norma Sismo Resistente (NSR10)*, incluidas las modalidades de construcción. En línea puntada se encierran las actividades constructivas relacionadas con la construcción de edificios y con el alcance de la presente monografía.

Gráfico 2. Integración de actividades económicas referidas a construcción, tipos de edificaciones y modalidades de construcción.



4.2. Marco temático

Se presentan los resultados de la revisión bibliográfica estructurados en tres ejes: a la luz de la descripción de las tres principales materias primas del sector de construcción de edificaciones, puntualizando cuáles son los tipos de polvo que generan patologías respiratorias ocupacionales, caracterizando las pruebas y exámenes que permitan diagnosticar los diferentes padecimientos respiratorios ocupacionales, detallando los grupos de patologías y algunas específicamente encontradas en el *Decreto 1477 de 2014* relacionadas con la exposición a material particulado y, para cerrar, los ejercicios de estimaciones de costos de las enfermedades laborales en el país.

4.2.1. Descripción de materias primas

Antes de entrar a analizar en si las enfermedades respiratorias ocasionadas por la exposición a contaminantes atmosféricos de material particulado en la construcción de edificaciones es imperativo describir primero las materias primas más utilizadas que generan los agentes químicos responsables de estas emisiones al aire. Se exceptúa de esta profundización a la madera, que se aborda más adelante en el numeral de enfermedades ocasionadas por exposición a agentes de riesgo biológicos.

4.2.1.1. Cemento

Cabe detenerse en la radiografía del cemento puesto que es la materia prima básica para todo el funcionamiento del sector productivo de edificaciones y el aglutinante de mayor utilización en morteros y concretos. De acuerdo a la hoja de seguridad de este material (34), el componente de mayor contribución es el cemento portland en sí, que a su vez se produce mediante mezcla de yeso con una pulverización del clinker, que a su vez se obtiene de la trituración, molienda y calcinación de roca caliza y arcilla, elementos que le siguen en porcentaje (35). También se cuentan entre sus ingredientes a los óxidos de calcio y de manganeso y al cuarzo.

Todos estos componentes se obtienen de materias primas crudas como piedra caliza, arena, arcilla y pizarra, que son mezclados con sílice, aluminio y hierro, además de yeso que se añade al final del proceso productivo (36).

La Tabla 7 presenta un consolidado de las características de todos los compontes del cemento Portland extractado de la hoja de datos de seguridad. En lo referente a las concentraciones permisibles, se presentan para dos categorías, definidas a continuación:

- ✓ *TWA – Time Weighted Average o Promedio Ponderado en el Tiempo*: concentración promedio ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas/ día y una semana laboral de 40 horas, a la cual se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente durante su vida laboral sin sufrir efectos adversos (37). Es utilizado por la *American Conference of Governmental Industrial Hygienist – ACGIH*.

- ✓ *PEL – Permissible Exposure Limit* o *Límite de Exposición Permisible*: máxima concentración de una sustancia en el aire a la que se puede exponer un trabajador y que es el límite legal en Estados Unidos, aunque este listado se encuentra desactualizado e inadecuado, como lo reconoce la misma *Occupational Safety and Health Administration - OSHA* (38).

A su vez, estos valores autorizados/ recomendados se determinan de acuerdo a las formas de ingreso y permanencia del aerosol al organismo, que se ilustran en el Gráfico 3, adaptado de la *NTP 731: Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (I)* de España (39):

Gráfico 3. Formas de ingreso al organismo del material particulado.

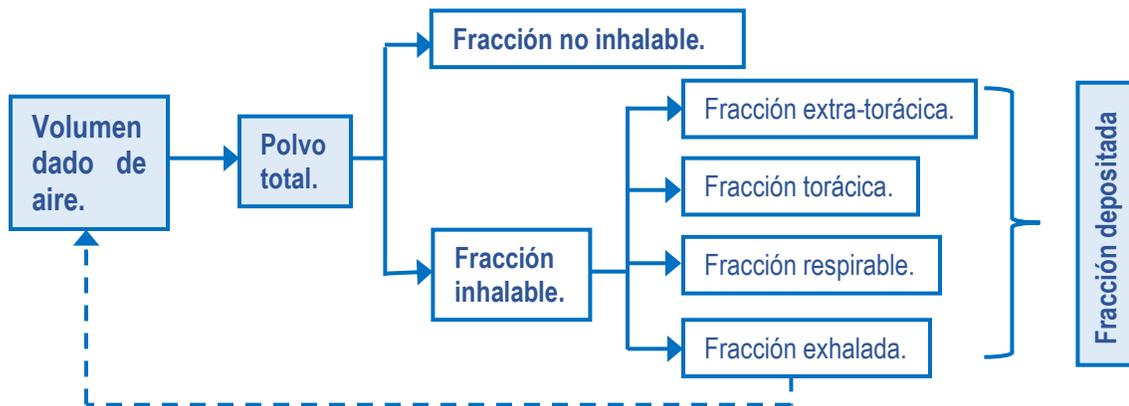


Tabla 7. Compendio de las características de los componentes del cemento, según su hoja de datos de seguridad.

| Componente | Porcentaje en peso | Carcinogenicidad | | Norma | | Tipo | Valor | Forma de medición |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|---|-------------------------|------|------|--------------------------|-----------------------------|
| | | Estándar | Clasificación | ACGIH | OSHA | | | |
| Cemento Portland. | 50 - 98 | ACGIH | A4 – No clasificable como carcinógeno humano. | X | | TWA | 1 mg/m ³ | Fracción respirable. |
| | | | | | | LEP | 15 mg/ m ³ | Polvo total. |
| | | | | | X | | 5 mg/ m ³ | Fracción respirable. |
| | | | | | | TWA | 50 mppcf | Sin información en SDS. |
| Sulfato dihidratado de calcio. | 2 - 10 | Sin información en SDS. | | X | | TWA | 10 mg/ m ³ | Fracción inhalable. |
| | | | | | X | LEP | 5 mg/ m ³ | Fracción respirable. |
| Piedra caliza. | 0 - 15 | Sin información en SDS. | | | X | LEP | 15 mg/ m ³ | Polvo total. |
| | | | | | | | 5 mg/ m ³ | Fracción respirable. |
| Óxido de calcio – cal. | 0 - 5 | Sin información en SDS. | | X | | TWA | 2 mg/ m ³ | Sin información en SDS. |
| | | | | | X | LEP | 5 mg/ m ³ | |
| Óxido de magnesio. | 0 - 4 | ACGIH | A4 – No clasificable como carcinógeno humano. | X | | TWA | 10 mg/ m ³ | Fracción inhalable. |
| | | | | | X | LEP | 15 mg/ m ³ | Polvo total. |
| | | | | | | | 15 mg/ m ³ | Partículas totales. |
| Cuarzo. | 0 – 0.2 | ACGIH | A2 – Agente carcinógeno humano sospechado. | X | | TWA | 0.025 mg/ m ³ | Fracción respirable. |
| | | | | | | | 0.3 mg/ m ³ | Polvo total. |
| | | IARC | 1 – Carcinógeno para los seres humanos. | | X | TWA | 0.1 mg/ m ³ | Respirable. |
| | | | | | | | 2.4 mppcf | Respirable. |
| Compuestos de cromo hexavalente. | Sin información en SDS | IARC | 1 – Carcinógeno para los seres humanos. | Sin información en SDS. | | | | |

SDS: Safety Data Sheet (Hoja de datos de seguridad).

mppcf: Millones de partículas por pie cúbico de aire.

Fuente: Extractado de la *Hoja de datos de seguridad del cemento tipo Portland (34)*.

En la hoja de seguridad del material cemento, se utilizan además los conceptos de **polvo total** (todas las partículas en suspensión que se encuentran en un volumen dado de aire (39)), de los cuales el valor más crítico es para el componente cuarzo con 0.3 mg/ m³, **fracción inhalable** (fracción másica del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca (40)), de la cual se tienen iguales valores para los ingredientes sulfato dihidratado de calcio y óxido de magnesio con 10 mg/ m³, y **fracción respirable** (fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas (40)), que es el valor más importante pues de todas las fracciones que se depositan en el sistema respiratorio es la que alcanza los pulmones y que toma valores críticos para el componente cuarzo. En este caso, las concentraciones varían según el referente, pues para el *ACGIH* es de 0.025 mg/ m³ mientras que para la *OSHA* es de 0.1 mg/ m³, siendo la primera más fundamentada como se indicó previamente por la desactualización de la norma de la *Occupational Safety and Health Administration*.

Como se concluye, de todos los elementos constitutivos del cemento, el más crítico es el cuarzo que, por suerte, es el que menos participación porcentual en peso tiene. Cabe mencionar que el caso de los compuestos de cromo hexavalente como ingrediente no es obvio, ya que en la hoja de seguridad se aclara que el cemento puede tener trazas de estos pero no mencionan una participación gravimétrica ni unas concentraciones permisibles. No obstante, es dicha posibilidad de presencia de formas del cromo y de hecho también la existencia de cuarzo, las que le otorgan la mayor peligrosidad a esta materia prima por el nivel de “Carcinógeno para los seres humanos” de acuerdo a la *International Agency for Research on Cancer – IARC* que poseen ambos constituyentes y que es la más severa de las cinco categorías de carcinogenicidad existentes.

Se extraen también en la Tabla 8 de las secciones 2 y 11 de la hoja de datos de seguridad, las propiedades de peligrosidad y los efectos de este material para el ser humano.

Tabla 8. Síntesis de las características de peligrosidad y toxicidad del cemento, según su hoja de datos de seguridad.

| Sección 2. Identificación de los peligros | |
|---|---|
| Aspecto | Descripción |
| OSHA | Peligroso según el 29 - CFR 1910.1200* |
| Inhalación. | La inhalación de polvo puede irritar el tracto respiratorio o causar quemaduras. Puede provocar cáncer si se inhala. |
| Órganos blanco. | Ojos. Pulmones. Sistema respiratorio. Piel. |
| Efectos crónicos. | El cemento puede contener trazas de sílice cristalina respirable y cromo hexavalente, los cuales están clasificados como carcinógenos para los seres humanos por el NTP y la IARC. Este producto puede generar polvo respirable durante su uso y manejo. El polvo puede contener sílice cristalina respirable. Una sobreexposición al polvo podría resultar en una neumoconiosis, una enfermedad respiratoria causada por inhalación de polvo mineral, que puede llevar a cambios fibróticos en el tejido del pulmón, o silicosis, una enfermedad respiratoria causada por inhalación de polvo de sílice, que puede causar la inflamación y fibrosis del tejido pulmonar. |

| | La exposición profesional a polvo respirable y sílice cristalina respirable se debe monitorear y controlar. Puede causar daños pulmonares retrasados. |
|--------------------------------------|--|
| Sección 11. Información toxicológica | |
| Aspecto | Descripción |
| Efectos graves. | El producto se vuelve alcalino en contacto con la humedad. (...) El polvo del material seco puede causar irritación y posiblemente quemaduras a los ojos y a las vías respiratorias. Los síntomas pueden ser retardados. |
| Efectos crónicos. | La sílice cristalina respirable (cuarzo) puede causar silicosis, una fibrosis pulmonar (cicatrización). (...) La exposición profesional a polvo respirable y sílice cristalina respirable se debe monitorear y controlar. (...) La inhalación de polvo puede causar edema pulmonar. Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada. |
| Carcinogenicidad. | El cemento puede contener trazas de sílice cristalina respirable y cromo hexavalente, los cuales están clasificados como carcinógenos para los seres humanos por el NTP y la IARC. |

* CFR: *Code of Federal Regulations* - Código de regulaciones federales.

Fuente: Extractado de la *Hoja de datos de seguridad del cemento tipo Portland* (34).

Se enfatiza nuevamente en la posibilidad de existencia de restos de sílice y del metal pesado cromo y en la eventualidad del desarrollo de patologías como neumoconiosis y silicosis, así como de la ya mencionada carcinogenicidad e incluso de efectos agudos como quemaduras e irritaciones, ocasionados por el alto pH del cemento, en especial cuando se hidrata (34), ya que se ha demostrado que “el polvo de cemento al ser inhalado incluso en pequeñas cantidades, ocasiona en primeras instancia una irritación del tracto respiratorio y después de un tiempo de la exposición, una deposición de las partículas en la parte terminal de los bronquiolos, con posibilidad de origen de neumoconiosis” (36).

4.2.1.2. Arena

El concreto y el mortero, además de requerir del cemento como aglutinante, necesitan de la arena (denominada también árido) para su consistencia en determinadas dosificaciones y tiene una importante participación como material de relleno en la composición de estos, siendo por ejemplo en el concreto de un 65 a 85% en volumen, principalmente en el rango de 70 al 80% (35).

Este material de construcción, que puede considerarse, junto con el triturado (también denominado cascajo o gravilla) y las piedras como material pétreo o agregado, se origina por meteorización natural de roca de arenisca extraída de canteras o de ríos o por procesos mecánicos antropogénicos, tiene una forma redondeada o angular y un tamaño de 5 a 0,074 mm (35).

En el concreto, la arena siendo agregado fino “actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto” y tiene una significativa influencia en la resistencia del hormigón mediante sus propiedades de tamaño, granulometría, forma, textura y rigidez (35). Para el mortero, que se utiliza como material de revoque de superficies y de pega en mampostería (últimamente también en mampostería estructural) o albañilería, las mencionadas

características de la arena y el contenido de materia orgánica en esta, “también juegan un papel decisivo en su calidad (35).

Hay otro uso menos común para la arena en el denominado proceso de chorro de arena, arenado, o, más conocido por su nombre en inglés, “sandblasting”. En esta actividad, la arena no queda en la estructura de la edificación como insumo mismo sino que es utilizada como método de acabado indirecto en las superficies de concreto arquitectónico o “concreto a la vista”, exponiendo su agregado pétreo.

Esto se consigue mediante la compresión del árido en un equipo compresor y el direccionamiento de un chorro de árido a la superficie vertical del concreto a una misma distancia y con una pistola que maneja presiones de hasta 850 kN/ m². Luego del desgaste, se barre la superficie para ver los lugares con menor exposición y se repite hasta que el resultado sea homogéneo o satisfactorio. El tipo de arena usada puede ser de sílice o arena angular dura, y en menor proporción se utilizan escorias de hornos (41).

El efecto logrado con el *sand blasting* es de tipo abrasivo, haciendo que el triturado o grava del concreto quede expuesto en diferentes grados desde ligero a intenso, nivel este en el que la superficie queda rugosa e irregular. Es importante que el hormigón no esté del todo endurecido ni haya ganado completamente toda su resistencia, por lo que es recomendable realizar la tarea entre las primeras 24 a 72 horas luego de su vaciado (41).

La generación de una gran cantidad de material particulado es el mayor impacto que tiene el proceso de abrasión con chorro de arena, aunque como se ejecuta en concretos a la vista, por lo general en exteriores, el polvo se dispersa con más facilidad. Y es que el rompimiento de la sílice de la arena contra la superficie en partículas muy finas con diámetros inferiores a 5 µm hace que los operadores del compresor las inhalen hasta los pulmones, donde después de unos 5 a 10 años de exposición pueden evolucionar en silicosis (42).

La Tabla 9 muestra un consolidado de las características de todos los componentes de la arena extractado de la hoja de datos de seguridad.

El único componente peligroso de la arena que es la sílice cristalina, presenta diferentes valores de *TWA – Time Weighted Average* o *Promedio Ponderado en el Tiempo* según la forma en que se presente. Analizando la más peligrosa de ellas que es el cuarzo, el límite es de 0,1 mg/ m³ para la fracción respirable, que como ya se mencionó en el análisis de la materia prima cemento, de todas las fracciones que se asientan en el sistema respiratorio es la que llega hasta los pulmones.

Tabla 9. Compendio de las características de los componentes de la arena, según su hoja de datos de seguridad.

| Componente | Porcentaje en peso | Carcinogenicidad | | Norma | | | Tipo | Valor (mg/ m ³) | Forma de medición | |
|---|--------------------|------------------|--|---------|--------|-------|----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| | | Estándar | Clasificación | NIOSH** | ACGIH* | OSHA* | | | | |
| Sílice cristalina (como cuarzo). | >1 | ACGIH | A2 – Agente carcinógeno humano sospechado. | | | X | TWA | 0,3 | Polvo total. | |
| | | IARC | 1 – Carcinógeno humano. | | | X | TWA | 0,1 | Fracción respirable. | |
| Sin información en SDS. | | | X | | TWA | 0,025 | Fracción respirable. | | | |
| | | X | | | TWA | 0,05 | Fracción respirable. | | | |
| Tridimita y cristobalita (otras formas de sílice cristalina). | | IARC | 1 – Carcinógeno humano. | | | | X | TWA | 0,15 | Polvo total. |
| | | | | | | | X | TWA | 0,05 | Fracción respirable. |

*: LEP de OSHA, TLV de ACGIH son valores de TWA de 8 horas/ día.

** : NIOSH son valores de TWA de hasta 10 horas/día y 40 horas/ semana.

Fuente: Extractado de la *Hoja de datos de seguridad de la arena* (43).

Comparando el componente del cuarzo con la Tabla 7, en la que se analiza este mismo ingrediente para el cemento, se encuentra concordancia entre los valores del *TWA* del estándar *OSHA*, siendo 0.3 mg/ m³ para polvo total y, como ya explicó, 0,1 mg/ m³ para la fracción respirable.

Otra característica examinada es la carcinogenicidad de la sílice cristalina y que solo referencia para las formas de cuarzo y de tridimita y cristobalita con una calificación de 1 – *Carcinógeno humano* según el estándar de la *International Agency for Research on Cancer – IARC*.

Se concluye, de igual manera a como se ultimó con el cemento, que también en la arena el componente más peligroso es el cuarzo, la forma más común en la que se presenta la sílice cristalina, y que de nuevo para fortuna es el que tiene la menor participación gravimétrica en este árido.

Para finalizar con el análisis de la arena, se compendia también de las secciones 2 y 11 de la hoja de datos de seguridad, las propiedades de peligrosidad y los efectos de este material de construcción para el ser humano, en la Tabla 10.

Tabla 10. Síntesis de las características de peligrosidad y toxicidad de la arena, según su hoja de datos de seguridad.

| Sección 2. Identificación de los peligros | |
|---|--|
| Aspecto | Descripción |
| Clasificación del Sistema Globalmente Armonizado. | Carcinógeno en categoría 1A. |
| Declaración de peligro. | Puede causar cáncer y provocar daños en los órganos (pulmones) tras exposiciones extendidas o frecuentes. |
| Información adicional. | La sílice cristalina respirable – SCR puede ocasionar cáncer. La arena es un complejo mineral que de manera natural tienen cantidades variables de cuarzo o sílice cristalina. No se conoce ningún riesgo para la salud de la arena en estado natural. Someter la arena a fuerzas naturales o mecánicas produce partículas pequeñas como polvo que pueden contener partículas de SCR con diámetro inferior a 10 µm, que según la IARC puede causar cáncer. |
| Sección 11. Información toxicológica | |
| Aspecto | Descripción |
| Irritación/corrosión. | Inhalación: la aspiración repetida o prolongada de sílice respirable (cuarzo) puede causar silicosis, que es una fibrosis de los pulmones (formación de tejido cicatricial en estos), irreversible, con posibilidad de muerte y que aumenta el riesgo de complicación con tuberculosis. También genera riesgo de cáncer en los pulmones. |
| Sensibilización. | No se conocen consecuencias de sensibilización respiratoria. |
| Síntomas. | Debidos al polvo. Molestia en el pecho, dificultad para respirar y tos. |
| Efectos crónicos. | La inhalación prolongada de sílice cristalina respirable puede ser perjudicial y causar daños en los pulmones, estando asociada a enfermedades autoinmunes y afectación de los riñones. |

| | |
|-------------------|---|
| Carcinogenicidad. | La sílice cristalina respirable como cuarzo es clasificada como carcinógeno humano por la IARC, mientras que la ACGIH la considera carcinógeno humano sospechoso. |
|-------------------|---|

Fuente: Extractado de la *Hoja de datos de seguridad de la arena* (43).

Como se ve en la anterior tabulación, la hoja de seguridad es clara al referirse a la arena como material inerte que en su estado natural no ofrece peligrosidad pero que al poseer trazas de sílice puede tornarse en carcinogénico y agente causal de silicosis cuando la exposición es prolongada.

4.2.1.3. Panel de yeso laminado o cartón yeso (dry-wall)

Rompiendo con el esquema de que el estado físico de los materiales de construcción susceptibles de generar enfermedades respiratorias en los empleados de la construcción de edificios es el polvo, se encuentran los ya muy generalizados paneles de yeso laminado, cartón yeso o más conocidos en Colombia por su extranjerismo “dry-wall”.

Este material es un prefabricado tipo tablero con forma rectangular consistente en un núcleo planar prensado entre dos cartones y formado a su vez por yeso, que le otorga buena resistencia a la compresión, y otros agregados entre los que destaca la fibra de celulosa, que incrementa su resistencia a la flexión (44) (45). Las dimensiones estándar son de un ancho de 1,2 m con longitudes variables entre 2 y 3 m y espesores desde 10 mm hasta 18 o 20 mm, las cuales pueden variar según las particularidades del proyecto constructivo (45).

El cartón yeso se usa como estructura “falsa” tanto para muros divisorios como para techos, bien sea de manera independiente o como recubrimiento de muros de ladrillo y viene en diferentes tipos de placa según su destinación: estándar, resistentes al fuego, a la humedad, con aislamiento acústico y térmico, con protección para radiaciones ionizantes o con superficies lavables con fibra de vidrio (45), además de usos en exteriores en pocos casos (44).

La instalación del *dry-wall* consiste en el montaje de unos parales de aluminio que proporcionan el esqueleto sobre el que luego se ubican las placas; se añaden las tuberías, si las hay, eléctricas, de agua o de redes de comunicaciones dentro de esta estructura. Una vez ubicada la placa en su lugar definitivo con las redes adentro, se finaliza con la aplicación de una masilla adhesiva en las esquinas interiores y exteriores que unen la placa con otra o con un muro, así como sobre los tornillos que ensamblan el tablero con la estructura metálica dentro de este y que fueron insertados previamente con un taladro, dejándola secar y raspándola posteriormente con papel de lija (46) o con una pulidora. En la superficie lisa que da la cara a la edificación se aplica un recubrimiento como adhesivo para pegar azulejos y baldosas o un acabado como pintura o papel tapiz (44) (45).

La emisión del material particulado se presenta en las etapas de perforación y lijado de la superficie del *dry-wall* y presenta la particularidad de desarrollarse principalmente (a excepción de las placas para exteriores) en ambientes intra-murales, lo que dificulta la dispersión natural del polvo y aumenta por ende la concentración del mismo en el entorno del trabajador. Las características de todos los ingredientes de las placas de *dry-wall* compendiados de la hoja de seguridad de este material se presentan en la Tabla 11. Así como se evidenció en el cemento y en la arena, nuevamente el

componente de sílice cristalina como cuarzo se hace presente como el más crítico, al ser único del que se reporta una clasificación de carcinogenicidad en categoría 1 de la IARC.

Hay un aspecto por aclarar y es que en la Tabla 11 solo se relacionan los componentes que tienen en común las dos hojas de seguridad analizadas, de igual número de empresas productoras de panel de yeso. En una de estas hay (47) más ingredientes, como son el carbonato de calcio con un aporte porcentual en peso del 60 al 65%, la vermiculita con 0 al 10%, la mica (libre de asbesto) con 2 al 3% e incluso la cera de parafina con un porcentaje del 0 al 2%.

La mica, en particular, es un mineral muy abundante en la naturaleza usado como aislante eléctrico y térmico (48), de la que se referencia que puede "irritar y causar cicatrices (fibrosis) en el pulmón" cuando hay exposición alta repetida al polvo (49). Tiene unos límites de exposición PEL de OSHA en 20 mppcf y un TWA de la NIOSH y la ACGIH de 3 mg/ m³ como fracción respirable (49) (50) pero se desconoce si a largo plazo produce cáncer (49).

La Tabla 12 presenta, por su parte, un compendio de las características de peligrosidad del cartón yeso con base en su hoja de datos de seguridad, refiriendo de igual forma a como se ve en la anterior tabulación, que el único ingrediente causal de neoplasias y de neumoconiosis es, nuevamente, la sílice cristalina. Se destaca el hecho de que esta última patología también puede desarrollarse por exposición al polvo de mica.

Tabla 11. Síntesis de las características de peligrosidad del *dry-wall*, según su hoja de datos de seguridad.

| Sección 3. Identificación de los peligros (47). Sección 5. Efectos sobre la salud (51). | |
|--|--|
| Aspecto | Descripción |
| Inhalación (efectos agudos). | Posible irritación en nariz, garganta, tracto respiratorio superior o pulmones, e incluso asfixia, por la respiración del polvo (de acuerdo al grado de exposición). Molestias como tos, estornudos e irritación nasal cuando hay grandes cantidades de polvo. Posible absorción de ácido bórico a través de membranas mucosas. |
| Inhalación (efectos crónicos). | Posible desarrollo de silicosis o cáncer pulmonar por exposición prolongada y repetida a sílice cristalina. La silicosis aumenta el riesgo de adquirir tuberculosis. Posible neumoconiosis por inhalación de polvo de mica, dependiendo del tiempo y nivel de exposición. |
| Carcinogenicidad. | La sílice cristalina está clasificada como carcinógeno humano conocido por la IARC. |
| Afecciones médicas agravadas por la exposición. | La exposición al material puede agravar enfermedades preexistentes como bronquitis, enfisema, EPOC y enfermedad pulmonar. |
| Sección 4. Medidas de primeros auxilios (47). | |
| Aspecto | Descripción |
| Nota para el médico. | Los tres tipos de silicosis incluyen: Silicosis crónica simple: por exposición a largo plazo (más de 20 años) a pequeñas cantidades de sílice cristalina respirable. Silicosis acelerada: por exposición a mayores cantidades de sílice cristalina respirable por un periodo más corto (5 a 15 años). |

| | |
|--|---|
| | <p>En estas dos tipificaciones puede presentarse fibrosis masiva progresiva por cicatrización intensa.</p> <p>Silicosis aguda: por exposición a corto plazo a cantidades muy grandes de sílice cristalina respirable</p> |
|--|---|

Fuente: Extractado de la *Hoja de datos de seguridad del panel de yeso o "dry-wall"* (47) (51).

Tabla 12. Compendio de las características de los componentes del *dry-wall*, según su hoja de datos de seguridad.

| Componente | Porcentaje en peso | | Carcinogenicidad | | Norma | | Tipo | Valor (mg/ m ³) | Forma de medición |
|----------------------------------|--------------------|------|------------------|-------------------------|-------------------------|------|------|-----------------------------|----------------------|
| | (47) | (51) | Estándar | Clasificación | ACGIH | OSHA | | | |
| Yeso o sulfato cálcico. | 70-90 | > 85 | | Sin información en SDS. | X | | TWA | 10 | Polvo total. |
| | | | | | | X | | 15 | Polvo total. |
| | | | | | | X | | 5 | Fracción respirable. |
| Celulosa. | 0 - 10 | < 10 | | Sin información en SDS. | | X | TWA | 15 | Polvo total. |
| | | | | | | X | | 5 | Fracción respirable. |
| | | | | | X | | | 10 | Polvo total. |
| Almidón. | 0 - 5 | < 3 | | Sin información en SDS. | | X | TWA | 15 | Polvo total. |
| | | | | | | X | | 5 | Fracción respirable. |
| | | | | | X | | | 10 | Polvo total. |
| Sílice cristalina (como cuarzo). | 0 - 2 | < 5 | IARC | 1 – Carcinógeno humano. | | X | TWA | 0,1 | Fracción respirable. |
| | | | | | X | | | 0,025 | Fracción respirable. |
| Fibra de vidrio. | 0 - 5 | < 1 | | Sin información en SDS. | | X | TWA | 15 | Polvo total. |
| | | | | | | X | | 5 | Fracción respirable. |
| Ácido bórico. | 0 - 1 | < 1 | | Sin información en SDS. | Sin información en SDS. | | | | |
| Sulfato potásico. | 0 - 5 | < 5 | | Sin información en SDS. | Sin información en SDS. | | | | |

Fuente: Extractado de la *Hoja de datos de seguridad del cartón yeso (47) (51)*.

4.2.2. Tipos de material particulado generador de enfermedades respiratorias

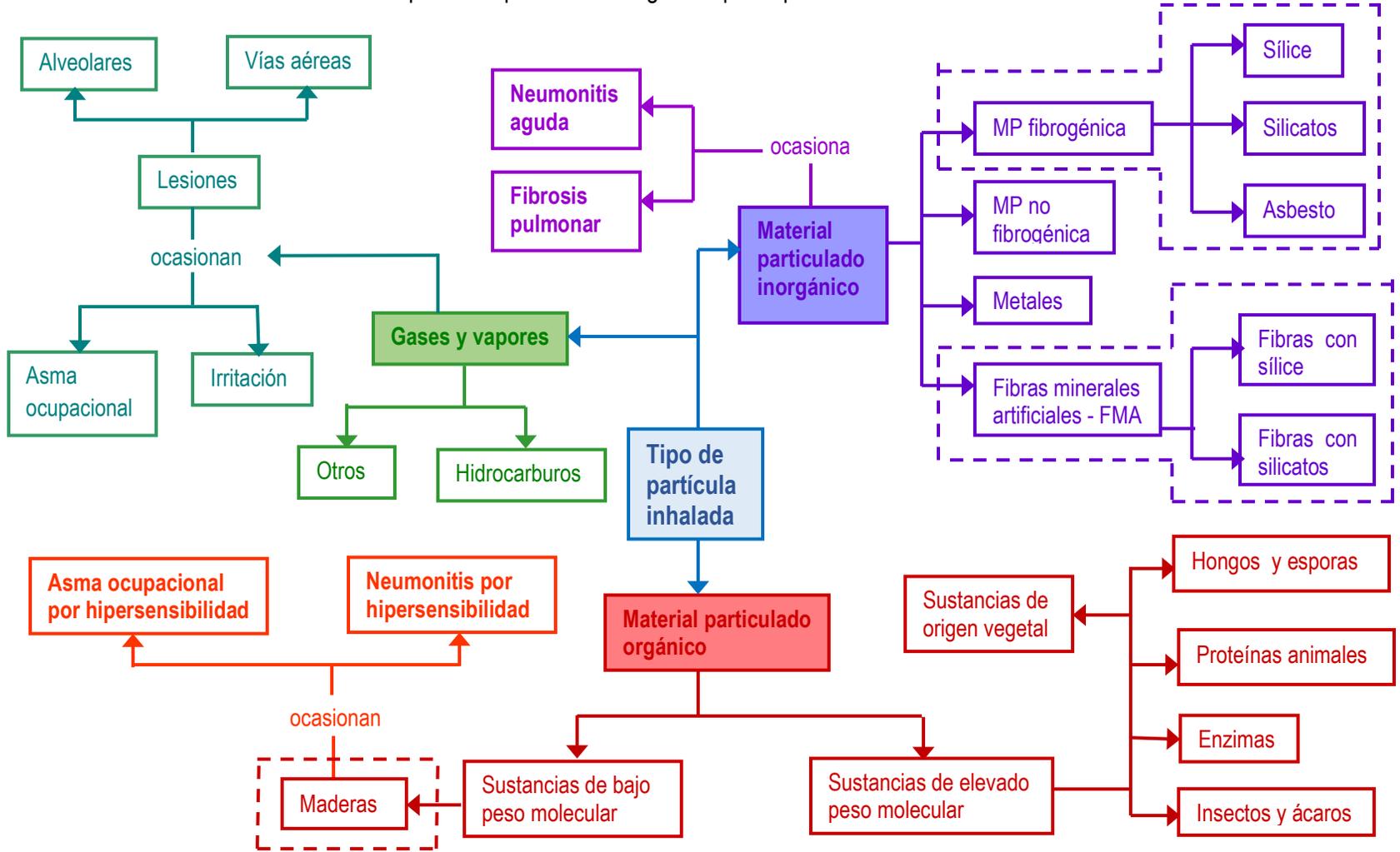
Es importante hacer otro alto antes de comenzar la descripción de las enfermedades respiratorias como tal para detallar los tipos de material particulado que las generan, además de la clasificación con base en el diámetro de la partícula que se abordó en la Tabla 2 “Definiciones de los contaminantes de material particulado”.

Para esto se resume en el Gráfico 4, que básicamente hay tres tipos de polvos como agentes etiológicos de patologías respiratorias de los que se excluyen los gases y vapores dentro del objeto de estudio de la presente monografía, no obstante se mencionan en la lista de enfermedades extractadas del *Decreto 1477 de 2014*. Se incluyen los otros dos tipos de material particulado, encerrados en línea punteada, que son orgánicos e inorgánicos, siendo solo las maderas las únicas sustancias del primer grupo y el polvo fibrogénico el principal tipo de polvo inorgánico.

Se destaca el hecho de que las maderas generan padecimientos asociados con hipersensibilidad; se exceptúan de las sustancias orgánicas los insectos y ácaros y los hongos y esporas por la cantidad de casos que se asocian con la exposición a estos agentes, si bien es sabido que hay trabajadores de la construcción expuestos a estos en especial durante labores de demolición y excavaciones.

En cuanto a los metales, dentro de los cuales se encuentra el cromo, este se incluye en la lista de enfermedades de la mencionada norma puesto que este está muy presente primordialmente en el cemento, como se detalló en el análisis de este insumo.

Gráfico 4. Clasificación de enfermedades respiratorias pulmonares según el tipo de partícula inhalada.



Fuente: Construcción propia con base en *Neumología laboral (I). Las enfermedades pulmonares ocupacionales: etiopatogenia, clasificación y diagnóstico* (52).

4.2.3. Diagnóstico de enfermedades respiratorias ocupacionales

El diagnóstico de una enfermedad respiratoria pulmonar ocupacional tiene dos etapas básicas: identificar el agente causal y luego demostrar una relación entre este y la patología (52).

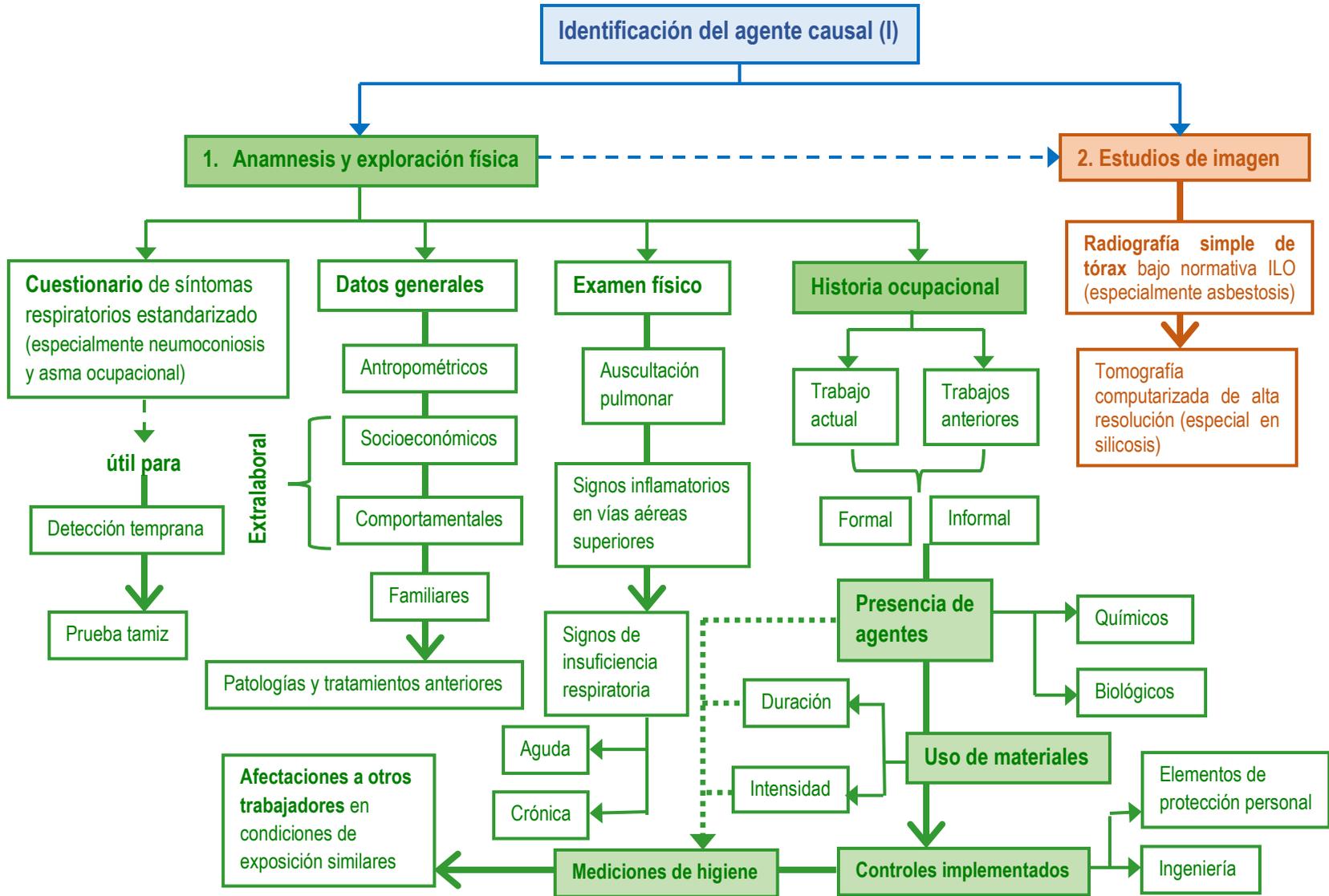
Para ilustrar la primera de estas fases se presenta el Gráfico 5 en el que se aprecia que esta identificación consta de cuatro puntos, sucesivos entre sí y que son anamnesis, estudios de imagen, pruebas de la función pulmonar y otros estudios. La **anamnesis y la exploración física** constituyen el ítem inicial que a su vez tiene los siguientes elementos:

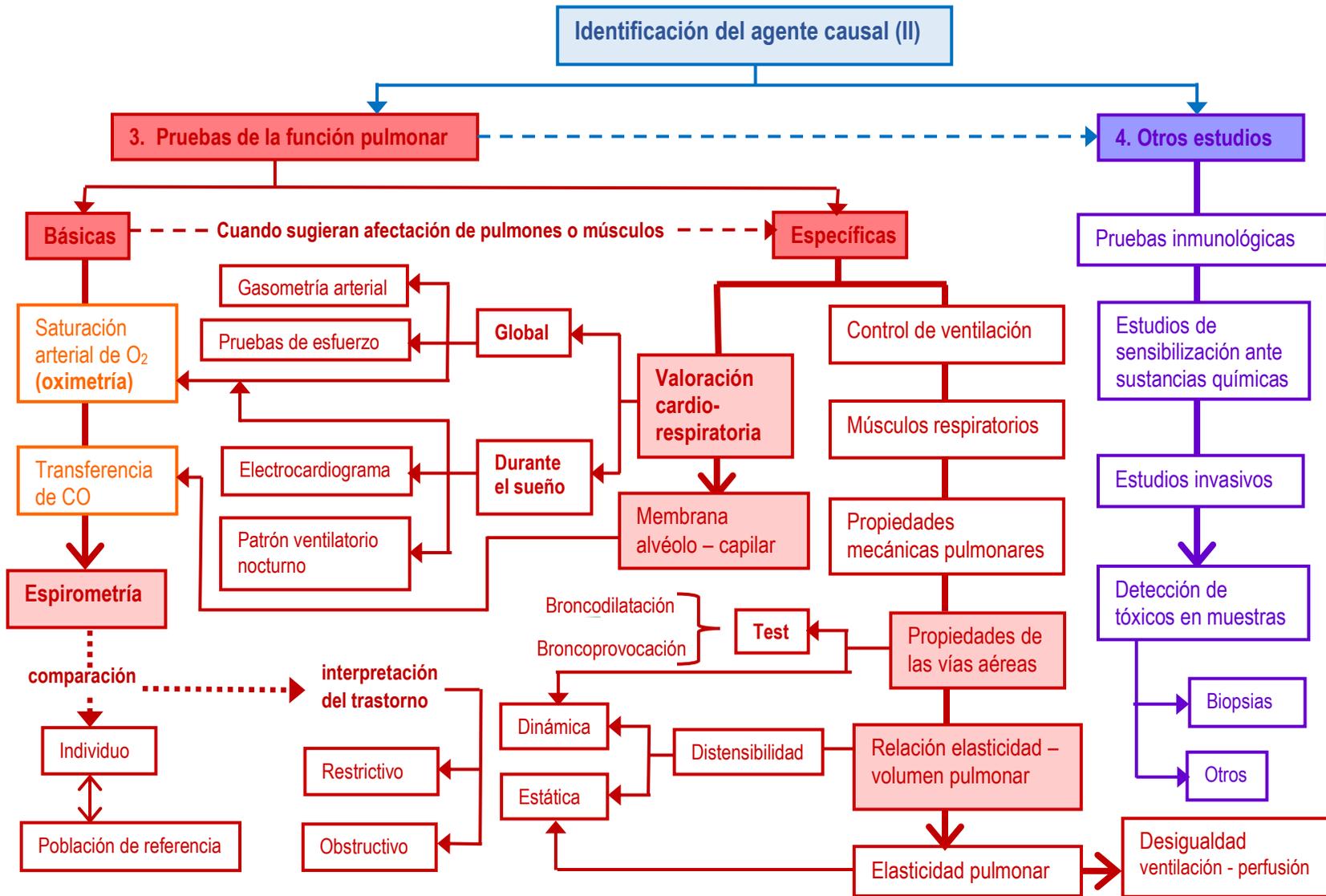
- ✓ **Cuestionario estandarizado:** mencionado en las *GATISST de neumoconiosis* (8) y *de asma ocupacional* (53) como un instrumento con ventajas en cuanto a que es una prueba tamiz en la detección precoz e incluso en el seguimiento posterior a la finalización de la exposición, sus respuestas suministran la base para la posterior ejecución del examen físico, permiten investigar grandes poblaciones a un bajo costo y tienen una buena aceptación de parte del individuo interrogado. Pero a su vez, estos cuestionarios tienen desventajas como su subjetividad, bajo valor predictivo positivo, afectación por sesgos, alta sensibilidad, sobrestimación de casos a la vez de subestimación de la prevalencia de síntomas asmáticos.

Hay varios estándares de cuestionarios entre los que destacan el del *British Medical Research Council*, de la *National Heart and Lung Institute* (NHLI) de Estados Unidos y el de la *American Thoracic Society* (ATS) en conjunto con la *Division of Lung Diseases* (DLD) de la NHLI, denominado *ATS-DLD-78*. Por su parte en Colombia no se tiene un modelo específico ni normalizado y por lo general las investigaciones y estudios desarrollan sus propios interrogatorios (8) de acuerdo al grupo poblacional y la patología buscada.

- ✓ **Datos generales:** Éstos pueden ser obtenidos dentro del mismo interrogatorio y mediante mediciones como es el caso de los antropométricos. Se destaca que se busca obtener información también extralaboral en la que se incluyan comportamientos y hábitos y condiciones sociodemográficas, que se detallarán más adelante (52). Evidentemente la existencia de patologías anteriores o actuales, en especial cardiorespiratorias, y los tratamientos de estas son claves puesto que pueden predisponer al individuo al desarrollo de nuevas condiciones de deterioro de salud.
- ✓ **Exploración física:** Guiada por los resultados de los cuestionarios, este elemento es benéfico para el diagnóstico en cuanto puede detectar desde signos de insuficiencia respiratoria e inflamatorios en la oronasofaringe hasta sibilancias y crepitancias a través de una auscultación pulmonar, aunque tiene la desventaja de ser un instrumento poco específico y no sensible.
- ✓ **Historia ocupacional:** Finalmente y, tratándose de una anamnesis que busca dar las bases para la posterior relación del agente causal identificado con una enfermedad laboral, la historia ocupacional constituye la clave de la este primer punto del diagnóstico. La clave está en analizar no solo la ocupación actual del sujeto investigado sino además sus trabajos anteriores, incluyendo no solo los formales sino además los informales y que haya desarrollado de manera

Gráfico 5. Identificación del agente causal de las enfermedades pulmonares.





Fuente: construcción propia con base en *Neumología Laboral (I y II)* (52) (54).

independiente. La presencia de agentes etiológicos químicos y biológicos, incluyendo de material particulado, y la determinación de la intensidad o concentración de estos y la duración de la exposición a través de mediciones de higiene, si las hay, o de datos suministrados por el entrevistado, son los aspectos principales de esta reconstrucción. Por otro lado, los controles de ingeniería que se hayan tenido en los lugares de trabajo como ventilación industrial, humectación del polvo, disposición de las instalaciones (abiertas o cerradas) (8), además de los controles administrativos como vigilancia médica (53) y formación de los trabajadores y el uso de elementos de protección personal (55) son barreras importantísimas entre el agente causal y el trabajador que deben considerarse en la historia ocupacional.

Finalmente, la ampliación de las afectaciones de estos agentes a varios individuos en los lugares de trabajo del sujeto estudiado es un indicador fundamental porque demuestra la no exclusividad de las manifestaciones de la enfermedad en una sola persona y es el último elemento que debe agregarse a la historia laboral.

El segundo punto en la identificación del agente etiológico es la realización de **estudios radiológicos**, que si bien pueden ser inespecíficos, dependientes del estadio evolutivo de la patología (52) e inconsistentes con los síntomas (8) , tienen las ventajas de brindar un panorama visual de las condiciones pulmonares principalmente cuando se compara con exámenes previos, permitir la observación de nódulos pequeños en los pulmones, siendo así útil en la confirmación de derrame pleural y cáncer pulmonar (55) y mostrar cambios radiográficos más evidentes que los pulmonares en el caso de la asbestosis (54).

- ✓ **Radiografía de tórax:** Cuando es normal, puede arrojar un falso positivo para neumonitis por hipersensibilidad (8), pero si es anormal sumada a una historia ocupacional con presencia de agentes etiológicos cancerígenos y antecedentes de tabaquismo, es detonante para remisión a neumólogo por posibilidad de patologías neoplásicas (55). Entre los atributos de este estudio están su fácil ejecución y accesibilidad y bajo costo (38) y que es base para el diagnóstico pulmonar, junto con la TAC y la tomografía de emisión de positrones (55) aunque tiene un problema delicado por la exposición a radiaciones ionizantes sobre todo cuando se hacen radiografías de seguimiento (53) (38). Otro de sus características es que, a pesar que no existen hallazgos radiográficos propios de cáncer broncopulmonar, la radiografía si puede mostrar alteraciones distintas a esta neoplasia (por ejemplo si hay placas pleurales o engrosamiento pleural sugiere asbestosis o si hay patrón intersticial puede indicar neumoconiosis por asbestosis o por silicosis) (56).
- ✓ **Tomografía computarizada:** Tiene la delantera sobre la radiografía de tórax en cuanto puede, por ejemplo, detectar carcinomas de pulmón de menor tamaño potencialmente más curables (55), es más sensible para determinar compromiso intersticial (como diagnosticar cambios tempranos inducidos por asbesto) a la vez que complementa las pruebas de la función respiratoria cuando estas resultan alteradas en caso de exposición al amianto y es más específica para ciertas condiciones (8). Además ilustra hallazgos en silicosis complicadas (54) y apoya la estadificación del proceso tumoral junto con la tomografía de emisión de positrones (56).

No obstante, al igual que la radiografía de tórax, la tomografía computarizada expone al sujeto a radiaciones ionizantes incluso en mayor cantidad que esta, además de que tiene un elevado costo que limita su uso como herramienta de vigilancia médica (8).

El tercer punto es importantísimo y es la realización de **pruebas de la función pulmonar**, tanto básicas como específicas. Dentro de las **pruebas fundamentales** se encuentran la oximetría, transferencia de monóxido de carbono y, por supuesto, la espirometría.

- ✓ **Espirometría:** En general, esta es una de las valoraciones ocupacionales más usadas y permite comparar los resultados del individuo estudiado con los de una población de referencia y determinar anormalidades bien sea obstructivas, como en el caso del asma, o restrictivas, a la vez que realizar diagnósticos diferenciales del asma ocupacional (52).

Entre sus inconvenientes se tienen:

- Efectos secundarios que van desde dolor en el pecho hasta infecciones cruzadas pero que afortunadamente tienen una baja probabilidad (8).
- Es recomendable junto con la radiografía de tórax como un examen aproximativo que debe complementarse si bien también puede emplearse como evaluación periódica a criterio del médico en el caso de las neumoconiosis (8).
- Poca sensibilidad para detección de asma ocupacional (53).
- No recomendable para tamizaje de cáncer de pulmón, junto con citología de esputo y radiografías seriadas (55) ni como prueba confirmatoria de carcinoma broncopulmonar (56).
- No refleja afectaciones significativas al comienzo de las neumoconiosis (8).
- Al ser estandarizada, se debe garantizar una constante y meticulosa calibración del espirómetro (53).

A la vez, se cuentan como sus bondades:

- Está muy estandarizada a través de los parámetros de la *American Thoracic Society – ATS* (8).
- Es una herramienta para establecer la severidad y seguir la evolución de la condición en el caso de las neumoconiosis (8).
- Se considera la prueba angular en la diagnosis del asma, junto con el cuestionario (8) y si se hace de forma seriada cuando el sujeto ha estado alejado del entorno laboral y cuando se reintegra, sumada obviamente a cambios en los síntomas (56).
- Puede establecer diagnósticos diferenciales de asma (8).
- Cuando los resultados indican una alta reducción del volumen espirado en el primer segundo del examen, la espirometría es un indicador de alto riesgo de enfermedades neoplásicas (55).

- ✓ **Transferencia de CO:** Indicada como prueba de la función pulmonar básica en estudios de neumoconiosis (8) en los que se presentaría una disminución del intercambio tanto para silicosis como para asbestosis (54), situación que también se presentaría para patrones restrictivos de asma ocupacional (56).

Paralelamente, se cuentan entre las **pruebas de la función pulmonar específicas** (que se deben practicar cuando las básicas sugieren afectaciones de los pulmones y en un servicio de neumología con tecnología requerida y experiencia su ejecución, contando con el apoyo de un especialista en enfermedades respiratorias (8)), las siguientes:

- ✓ **Valoración cardiorespiratoria:** Puede realizarse de manera **global** con evaluaciones como saturación arterial de oxígeno que también es tipificada como PFP básica, gasometría arterial y pruebas de esfuerzo o ejercicio (52). Las dos últimas se realizan como exámenes complementarios en el estudio de la neumoconiosis (8). En el caso específicos de la silicosis, una vez aparezca el síntoma de disnea, las pruebas de esfuerzo pueden mostrar hipoxemia, con un aumento de la presión arterial de dióxido de carbono ya en estadios finales (54).

También se ejecuta **durante el sueño**, con registros eléctricos como electrocardiograma, patrón ventilatorio nocturno y de nuevo oximetría, ya que este estado debe evaluarse teniendo en cuenta que “algunas pruebas pueden ser normales durante la vigilia o patológicas durante el sueño” (52).

- ✓ **Membrana alvéolo-capilar:** Tiene una sola prueba, la transferencia de monóxido de carbono, que es a su vez básica (52).
- ✓ **Control de ventilación:** Comprende evaluación de presión oclusión, análisis del patrón ventilatorio y respuesta respiratoria hipoxemia – hipercapnia (52).
- ✓ **Músculos respiratorios:** Evalúa tanto la presión (máxima inspiratoria, máxima respiratoria y diafrágica) como el índice tensión – tiempo (52).
- ✓ **Propiedades mecánicas pulmonares:** Determina los volúmenes pulmonares, en especial residual, que está indicado como valoración complementaria en neumoconiosis (8) y en asbestosis junto con las capacidades pulmonares, ya que una disminución de sus resultados indica la posible presencia de esta patología (54). Estas dos pruebas también son indicadas para determinar patrones restrictivos en asma ocupacional (42).
- ✓ **Propiedades de las vías aéreas:** Medidas por la resistencia de la vía aérea y tests de broncodilatación y broncoprovocación, además de pruebas de distensibilidad dinámica (52). La respuesta al uso de broncodilatador inhalado es una valoración complementaria empleada en el establecimiento de neumoconiosis (8) mientras que la broncoprovocación inespecífica es la prueba de oro para el diagnóstico definitivo del asma ocupacional que se usa cuando la espirometría es normal, tiene una sensibilidad 100% y una especificidad 80% pero con el inconveniente de que su disponibilidad es escasa (53).
- ✓ **Relación elasticidad – volumen pulmonar y Elasticidad pulmonar:** Se determina por curva de presión – volumen, retracción elástica pulmonar y, la prueba más conocida, distensibilidad tanto dinámica (como ya se mencionó también usada para medir propiedades de las vías aéreas) como estática (37). La prueba de distensibilidad está indicada para el diagnóstico de neumoconiosis en casos donde se requiera evaluar el nivel de afectación y la progresión de la

enfermedad y establecer la capacidad laboral de los individuos (8); específicamente una importante disminución de la distensibilidad pulmonar es señal de asbestosis (54). El asma ocupacional es una patología que igualmente se determina por disminución de la distensibilidad (56).

- ✓ **Desigualdad ventilación – perfusión:** Sus pruebas son gradiente alvéolo – arterial y espacio muerto (37).

El último de los ítems que comprende la fase de identificación del agente causal es la realización de **otros estudios**, como los descritos a continuación:

- ✓ **Pruebas inmunológicas:** Junto con la prueba de la función pulmonar de broncoprovocación, las pruebas inmunológicas como el prick-test o evaluación cutánea de alergia y la medición de inmunoglobina E (IgE) son aplicables para el estudio de trabajadores y grupos de estos expuestos a inhalantes potencialmente alergénicos y en el diagnóstico de asma ocupacional, alcanzado una sensibilidad del 80% pero una baja especificidad del 59% (52) (53).
- ✓ **Estudios de sensibilización ante sustancias químicas:** Son de fácil ejecución en sustancias de alto peso molecular, que como se mostró en el Gráfico 4 pueden ser de origen vegetal o incluso insectos, más tienen dificultad o imposibilidad de hacerse en otras de bajo peso molecular por múltiples razones (52), razón por la cual no son aplicables para determinar agentes etiológicos como material particulado de madera.
- ✓ **Detección de tóxicos en muestras:** Mediante el estudio de fluidos corporales como sangre, orina, esputo o por análisis histológico y/o citológico de tejidos también.

Las biopsias pueden obtenerse del pulmón o de sangre circundante (37) y son útiles por ejemplo para casos de difícil diagnóstico de cáncer de pulmón, en los que este es indeterminado o es necesaria la confirmación histológica, tomando las muestras por fibrobroncoscopia (56) o biopsia transtorácica guiada por fluoroscopia (55). Una de las ventajas de estos métodos como la toracoscopia es que además de poder tomar biopsias de múltiples localizaciones, se permite la visualización directa de la pleura (56).

Estos métodos invasivos de fibrobroncoscopia o biopsia simple también son utilizados para detección de neumoconiosis (8), aunque en el caso de silicosis “los hallazgos de laboratorio carecen de especificidad diagnóstica” (54).

El conteo en esputo de cuerpos de asbesto o de eosinófilos es útil para determinación de asbestosis (8) y asma ocupacional, respectivamente, llegando a alcanzar en el último caso una sensibilidad 83% y una especificidad 98% (53).

- ✓ **Estudios invasivos:** Son técnicas quirúrgicas usadas para diagnósticos de neoplasias cuando la toma de muestras no es posible por métodos no invasivos, caso del cáncer de pulmón en el que se aplican la videotoracoscopia o la toracotomía (55).

- ✓ **Otras pruebas:** En el caso de trabajadores expuestos a sílice, la prueba de tuberculina es importante no solo en el diagnóstico sino en la vigilancia (8).

4.2.4. Enfermedades respiratorias laborales en Colombia

Retomando el abordaje del *Decreto 1477 de 2014* desde su componente técnico, se analizaron las enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio, incluyendo neoplasias en alguno de sus órganos, cruzándolas con el sector productivo de construcción de edificaciones, tanto en la *Sección I Agentes etiológicos a tener en cuenta para la prevención de enfermedades laborales* como en la *Sección II Grupo de enfermedades para determinar el diagnóstico médico* y presentando los resultados de forma sintetizada y tabulada en dos tablas.

En la Tabla 13 los hallazgos para la *Sección I* de agentes etiológicos se agruparon a su vez en actividades constructivas en general, excluyendo e incluyendo actividades de soldadura. También se incluyó una columna que especifica el agente de riesgo en cuanto a su relación con material particulado, como es el caso de humos metálicos, gases de combustión y otros, aerosoles en general y Compuestos Orgánicos Volátiles – COV's pero esto solo con fines comparativos, pues es claro que el alcance de esta monografía va exclusivamente hasta polvos.

De los seis grupos de factores de riesgo ocupacionales, a saberse químicos, biológicos, físicos, psicosociales y ergonómicos, los dos primeros se relacionan con enfermedad en el sistema respiratorio. Se halló, con base en la *Sección I*, que doce de los diecinueve agentes de riesgo químicos de contaminantes atmosféricos están involucrados en el origen de estas patologías para trabajadores de la construcción de edificios, siendo solo tres, de esta docena de agentes de riesgo, los específicos para material particulado: cromo y sus compuestos tóxicos, asbesto y sílice libre.

En esta misma *Sección I*, se encontraron dos agentes biológicos que son “Microorganismos y parásitos infecciosos vivos y sus productos tóxicos” y “Polvos orgánicos” y que son los mismos que se relacionan con el origen de patologías respiratorias en trabajadores de la construcción, en especial de actividades específicas que involucran manipulación de maderas.

Por otro lado, en la Tabla 14 se extractaron solo los ya mencionados tres agentes etiológicos químicos y además el par de agentes biológicos, comparando para cada diagnóstico lo que se encuentra en ambas secciones del *Decreto 1477 de 2014*. Los agentes químicos producen tanto neoplasias como enfermedades del sistema respiratorio, mientras que los biológicos solo originan estas últimas.

Tabla 13. Resumen de enfermedades respiratorias y neoplasias en órganos del sistema respiratorio y sus agentes de riesgo para el sector de construcción de edificaciones con base en la *Sección I del Decreto 1477 de 2014*.

| Factores de riesgo ocupacional | Agente de riesgo | | | | Enfermedades respiratorias | |
|--------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|---|---|
| | Relación con Sector construcción edificaciones | Relación con actividades constructivas | Descripción del agente de riesgo | Relación agente de riesgo --- contaminantes atmosféricos | Neoplasias malignas C00-C97 (en órganos del sistema respiratorio) | Enfermedades del sistema respiratorio J00-J99 |
| Químicos = 19 | No relacionados con construcción = 7 | No aplica | | | | |
| | Relacionados con construcción = 12 | Relacionados con actividades constructivas específicas de soldadura = 4 | Cadmio y sus compuestos. | Humos metálicos. | C34 Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. | J68.0 Bronquitis y neumonitis debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. J68.1 Edema pulmonar agudo debido a inhalación de gases, humos, vapores y SQ J68.3 Otras afecciones respiratorias agudas y subagudas debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. J68.4 Afecciones respiratorias crónicas debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. J98.2 Enfisema intersticial. |
| | | | Flúor y sus compuestos tóxicos. | | No | J31.0 Rinitis crónica. J68.0 Bronquitis y neumonitis debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ J68.1 Edema pulmonar agudo debido a inhalación de gases, humos, vapores y SQ J68.4 Afecciones respiratorias crónicas debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. |
| | | | Manganeso y sus compuestos tóxicos. | | No | J68.0 Bronquitis y neumonitis debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ J68.4 Afecciones respiratorias crónicas debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. |
| | | | Plomo y sus compuestos | | C34 Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. | No |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|--|
| | | | tóxicos. | | | |
| | Relacionado con actividades constructivas en general y específicas de soldadura = 3 | Benceno y sus derivados tóxicos. | Humos metálicos. Aerosoles. | No | No | |
| | | Cromo y sus compuestos tóxicos. | Material particulado. Humos metálicos. | C34 Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. C30.0 Tumor maligno de la fosa nasal. | J30.3 Otras rinitis alérgicas. J31.0 Rinitis crónica. J34.0 Absceso, furúnculo y ántrax de la nariz. J45 Asma. | |
| | | Sustancias asfixiantes (monóxido de carbono). | Humos metálicos. Gases (de combustión). | No | No | |
| | Relacionado con actividades constructivas, excluyendo soldadura = 6 | Asbesto. | Material particulado. | C32 Neoplasia maligna de faringe. C34 Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. C45.0 Mesotelioma maligno por exposición a asbesto. | J60 Neumoconiosis de los mineros del carbón (posible confusión con J61 Neumoconiosis debida al asbesto y a otras fibras minerales). J90 Derrame pleural no clasificado en otra parte. J92 Paquipleuritis. | |
| | | Hidrocarburos alifáticos o aromáticos. | Vapores (Compuestos orgánicos volátiles – COV's). Aerosoles. | C32 Neoplasia maligna de faringe. C34 Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. | J68.0 Bronquitis y neumonitis debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. J68.1 Edema pulmonar agudo debido a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. J68.3 Otras afecciones respiratorias agudas y subagudas debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. J68.4 Afecciones respiratorias crónicas debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. | |
| | | Sílice libre. | Material particulado. | C34 Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. | J44 Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. J62 Neumoconiosis debida a polvo de sílice. J63.8 Neumoconiosis debida a otros polvos inorgánicos especificados. | |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|---|--|---|---|---|
| | | | Sulfuro de carbono. | Vapores (Compuestos orgánicos volátiles – COV's). | No | No |
| | | | Sustancias que pueden causar epitelomas primarios de la piel. | Vapores (Compuestos orgánicos volátiles – COV's). | C34 Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. | No |
| | | | Sustancias asfixiantes (sulfuro de hidrógeno). | Gases. | No | J68.4 Afecciones respiratorias crónicas debidas a inhalación de gases, humos, vapores y SQ. |
| Biológicos = 2 | Relacionados con construcción = 2 | Construcción, excavaciones, alcantarillados. | Microorganismos y parásitos infecciosos vivos y sus productos tóxicos. | Material particulado. | No | J67.8 Neumonitis debidas a hipersensibilidad a otros polvos orgánicos. |
| | | Trabajadores expuestos a la inhalación de partículas o polvos de estos productos (paisajismo – talas y podas, carpintería, ebanistería y actividades de manipulación de maderas). | Polvos orgánicos. | Material particulado. | No | J30.3 Otras rinitis alérgicas. J44 Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. J45 Asma. |
| | No relacionados con construcción = 2 | No aplica | | | | |

SQ: Sustancias químicas.

Fuente: construcción propia con base en el *Decreto 1477 de 2014* (29).

Tabla 14. Resumen de enfermedades respiratorias y neoplasias en órganos del sistema respiratorio y sus agentes de etiológicos para las ocupaciones del gremio de construcción de edificaciones con base en las Secciones I y II del *Decreto 1477 de 2014*.

| Enfermedad | | Agente etiológico | | Ocupaciones | |
|--------------|---|-----------------------------------|--|---|---|
| Código CIE10 | Nombre | Sección I | Sección II | Sección I | Sección II |
| C30.0 | Tumor maligno de la fosa nasal. | Cromo y sus compuestos tóxicos. | Cromo y sus compuestos de níquel. | Soldadura de acero inoxidable. (Fabricación de cemento) y trabajos de construcción civil. | Soldadura de acero inoxidable. Carpinteros, ebanistas. Industria de la construcción. |
| C32 | Neoplasia maligna de faringe. | Asbesto. | Asbesto. | Todos los trabajadores que se expongan por su trabajo a estos materiales durante (...) utilización del agente específico, tales como: (...) Cemento. | Trabajadores expuestos al asbesto. Industria del cemento. Manipulación en construcción. |
| C34 | Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón. | Asbesto. | Amianto o asbesto en todas sus formas. | | Trabajadores expuestos al asbesto. |
| | | Sílice libre. | Sílice cristalina. | Trabajos de obras públicas que comportan perforaciones, molienda, tamizado de minerales o rocas que contienen sílice libre. Uso de productos abrasivos, de polvos de limpieza, de esmeriles y pastas de pulir que contienen sílice libre. Trabajos de decapado y pulido por medio de chorro de arena. Trabajos de construcción y demolición que exponen a inhalación de sílice. | Pintores. Manipulación en construcción. Trabajadores de construcción. |
| | | Cromo y sus compuestos tóxicos. | Cromo y compuestos de cromo. | Soldadura de acero inoxidable. (Fabricación de cemento) y trabajos de construcción civil. | Soldadura de acero inoxidable. |
| C45 | Mesotelioma maligno por exposición a asbesto. | No se referencia específicamente. | Asbesto. | No se referencia específicamente. | Se incluye en la Parte A “Enfermedades laborales directas” de la Sección II. Trabajadores expuestos a fibras de asbesto. Aplicación y mantenimiento de material aislante térmico o acústico que contenga asbesto. Remoción de tejas de asbesto – cemento o material de aislamiento que contenga asbesto. |
| C45.0 | Mesotelioma de la pleura. | Asbesto. | No se referencia específicamente. | Todos los trabajadores que se expongan por su trabajo a estos materiales durante (...) | No se referencia específicamente. |

| | | | | | |
|--------------|--|--|---|---|--|
| | | | | utilización del agente específico, tales como: (...). Cemento. | |
| J30.3 | Otras rinitis alérgicas. | Polvos orgánicos. | Polvo de madera. | Trabajadores expuestos a la inhalación de partículas o polvos de estos productos. | Carpinteros. |
| J31.0 | Rinitis crónica. | Cromo y sus compuestos tóxicos. | Cromo y sus compuestos. | Soldadura de acero inoxidable. (Fabricación de cemento) y trabajos de construcción civil. | Pintura por aspersión. |
| J34.0 | Ulceración o necrosis del tabique nasal. | | | | No se especifican actividades relacionadas con construcción. |
| J44 | Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (incluye asma obstructiva, bronquitis crónica, bronquitis obstructiva crónica). | Sílice libre. | Sílice libre. | Trabajos de obras públicas que comportan perforaciones, molienda, tamizado de minerales o rocas que contienen sílice libre. Uso de productos abrasivos, de polvos de limpieza, de esmeriles y pastas de pulir que contienen sílice libre. Trabajos de decapado y pulido por medio de chorro de arena. Trabajos de construcción y demolición que exponen a inhalación de sílice. | Trabajadores expuestos a estas sustancias. |
| | | Polvos orgánicos. | No se referencia específicamente. | Trabajadores expuestos a la inhalación de partículas o polvos de estos productos. | No se referencia específicamente. |
| J45 | Asma. | Polvos orgánicos. | Aserrín de madera. | Trabajadores expuestos a la inhalación de partículas o polvos de estos productos. | Carpinteros. |
| | | Cromo y sus compuestos tóxicos. | Sales de cromo. | Soldadura de acero inoxidable. (Fabricación de cemento) y trabajos de construcción civil. | Soldadores, cemento. |
| J45.8 | Asma mixta. | No se referencia específicamente. | Sales de cromo- | No se referencia específicamente. | Soldadores, cemento. |
| J60 | Neumoconiosis del minero de carbón. | En la Sección I este código CIE10 aparece como "Asbestosis" y asociado al agente etiológico Asbesto. | En la Parte A de la Sección II este código CIE10 aparece erróneamente relacionado como "Neumoconiosis del minero de carbón" y asociado al agente etiológico | Debido a que la patología correctamente asociada al código CIE10 J60 es "Neumoconiosis del minero de carbón", se considera que este es un error de la norma y que a la enfermedad que en verdad quería aludirse es a "Neumoconiosis debida al asbesto y a otras fibras minerales" (Asbestosis) con código J61. | |

| | | | | | |
|--------------|--|---|--|---|--|
| | | | del carbón – hulla. | | |
| J61 | Asbestosis (Neumoconiosis debida al asbesto y a otras fibras minerales). | No se referencia. | Fibras de asbesto. | Se incluye en la Parte A “Enfermedades laborales directas” de la Sección II. Trabajadores expuestos a fibras de asbesto. Aplicación y mantenimiento de material aislante térmico o acústico que contenga asbesto. Remoción de tejas de asbesto – cemento o material de aislamiento que contenga asbesto. | |
| J62 | Silicosis. | Sílice libre. | Sílice en todas sus formas. | Trabajos de obras públicas que comportan perforaciones, molienda, tamizado de minerales o rocas que contienen sílice libre. Uso de productos abrasivos, de polvos de limpieza, de esmeriles y pastas de pulir que contienen sílice libre. Trabajos de decapado y pulido por medio de chorro de arena. Trabajos de construcción y demolición que exponen a inhalación de sílice. | Todos los trabajadores expuestos a sílice durante utilización tales como trabajadores de túneles, obras hidroeléctricas, (fabricación de cemento), trabajadores con cerámica y pulido de vidrio. |
| J63.8 | Neumoconiosis derivada de otros polvos inorgánicos específicos. | En la Sección I este código CIE10 aparece erróneamente relacionado como “Neumoconiosis asociada con tuberculosis (sílice-tuberculosis)” y coligado al agente etiológico “sílice libre”. | En la Sección II este código CIE10 aparece como “Neumoconiosis derivada de otros polvos inorgánicos específicos” y asociado al agente etiológico “polvos de calcio”. | Debido a que la patología correctamente asociada al código CIE10 J63.8 es “Neumoconiosis derivada de otros polvos inorgánicos específicos”, se considera que hay un error en lo descrito en la Sección I. No obstante, se considera que la exposición al agente etiológico “polvos de calcio” relacionado con “Neumoconiosis derivada de otros polvos inorgánicos específicos”, tal como se describe en la Sección II asociado con las ocupaciones de industria del yeso y soldadura de acero, es pertinente incluirlo en esta monografía como una patología del sistema respiratorio referente al material particulado. | |
| J65 | Neumoconiosis asociada con tuberculosis (sílice-tuberculosis). | Se referencia erróneamente con el código CIE10 J63.8. | Sílice libre. | No se referencia específicamente. | Trabajadores expuestos a sílice durante utilización tales como túneles, operaciones de pulido y tallado, trabajadores con cerámica, pulido de vidrio. |
| J66.8 | Enfermedades de las vías aéreas derivadas de otros polvos orgánicos específicos. | No se referencia. | Polvo de madera. | No se referencia específicamente. | Todos los trabajadores que se exponen por su trabajo al polvo de madera tales como carpinteros y ebanistas. |
| J67.8 | Neumonitis de | Microorganismos | Polvos que | Construcción, excavaciones, | Trabajos con exposición a esporas de hongos. |

| | | | | | |
|--------------|---|--|--|---|--|
| | hipersensibilidad ocasionada por otros polvos orgánicos. | y parásitos infecciosos vivos y sus productos tóxicos. | contienen microorganismos y parásitos vivos o sus productos tóxicos. | alcantarillados. | Trabajos con exposición ocupacional a polvos orgánicos. |
| J67.9 | Neumonitis por hipersensibilidad a polvos orgánicos no específicos (alveolitis alérgica extrínseca). | No se referencia. | Polvos orgánicos inespecíficos. | No se referencia. | Trabajos con exposición ocupacional a polvos orgánicos. |
| J90 | Derrame pleural. | Asbesto. | Asbesto. | Todos los trabajadores que se expongan por su trabajo a estos materiales durante la utilización del agente específico tales como cemento. | Todos los trabajadores que se expongan por su trabajo a estos materiales durante la utilización del agente específico tales como industria del cemento, demolición de edificios. |
| J92 | Placas pleurales. | | | No se referencia. | |
| J94.8 | Otras afecciones pleurales específicas. Engrosamiento pleural difuso relacionado con asbesto. | No se referencia. | No se referencia. | No se referencia. | |
| J99.1 | Trastornos respiratorios de otras enfermedades sistémicas del tejido conjuntivo clasificadas en otra parte. | No se referencia. | Polvo de sílice libre. | No se referencia. | Todos los trabajadores expuestos al sílice durante utilización. |

Fuente: construcción propia con base en el Decreto 1477 de 2014 (29).

4.2.4.1. Ocasionadas por exposición a agentes de riesgo químicos

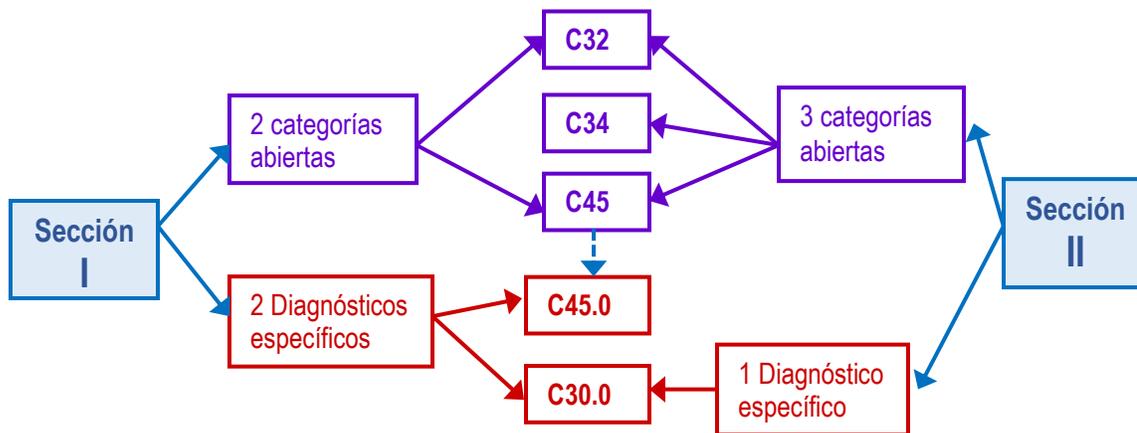
4.2.4.1.1. Neoplasias

Para el caso de **neoplasias**, como se muestra en la Tabla 13, se hallaron once diagnósticos de cáncer de los cuales seis son derivados de exposiciones a material particulado y los demás se remiten a otras formas químicas en la aire, lo que demuestra que el polvo es el contaminante atmosférico más cancerígeno ocasionando más de la mitad de estas enfermedades, siendo el dictamen más común la neoplasia maligna de bronquios y de pulmón, que se repite tres veces, seguida de tumor maligno en la fosa nasal, faringe y mesotelioma por exposición a asbesto.

La distribución de estos cánceres es similar ya que hay ubicados en vías aéreas superiores (nariz y faringe) y en la zona pulmonar (mesotelioma de la pleura y neoplasia de pulmón).

Acá se hallan diferencias entre las dos secciones del *Decreto 1477* ya que en la primera parte hay dos de cuatro diagnósticos que corresponden a categorías abiertas del “Capítulo II – Tumores” de la *Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud o Código CIE-10* definido por la *Organización Mundial de la Salud – OMS* mientras que en la segunda sección son tres los diagnósticos sin especificar, como se explica en el Gráfico 6.

Gráfico 6. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías de cáncer en órganos del sistema respiratorio presentados en las dos secciones del *Decreto 1477 de 2014*.



Como se ve, hay tres categorías abiertas de cáncer relacionado con exposición a material particulado en el *Decreto 1477*, de las cuales la C32 y la C34 pertenecen a la clasificación C30-C39 “Tumores malignos de los órganos respiratorios e intratorácicos” del mencionado *Código CIE10*, mientras que la C45 concierne a la clasificación C45-C49 “Tumores malignos de los tejidos mesoteliales y de los tejidos blandos”. Se analizan a continuación las categorías abiertas y los diagnósticos específicos.

- ✓ **C34 Tumor maligno (neoplasias malignas) de los bronquios y del pulmón:** No se aclara cuál es la ubicación de la neoplasia (bronquio principal, lóbulos o pulmones), dejando la

posibilidad abierta según la centralidad y/o lateralidad de la manifestación a seis posibles diagnósticos concretos.

Aunque en el *Decreto 1477* no se especifica la localización, en la *GATISST de Cáncer de Pulmón (55)* si se relacionan los tumores considerados de esta patología, de acuerdo a la clasificación *CIE10*:

- C34.1 Tumor (neoplasia) maligno del lóbulo superior, bronquio o pulmón.
 - C34.2 Tumor (neoplasia) maligno del lóbulo medio, bronquio o pulmón.
 - C34.3 Tumor (neoplasia) maligno del lóbulo inferior, bronquio o pulmón.
 - C34.9 Tumor maligno de los bronquios o del pulmón, parte no especificada.
- ✓ **C32 Tumor maligno de laringe:** También se deja la posibilidad de seis diagnósticos de acuerdo a la altura de la neoplasia y/o concentración en áreas glóticas.
- ✓ **C45 Mesotelioma:** Este es un caso especial ya que en la *Sección I* se plantean varias posibles ubicaciones de la malignidad no solo en la pleura (C45.0) sino además en el peritoneo y en el pericardio pero sin ofrecer la opción de una categoría abierta mientras que la *Sección II* es todo lo contrario, relacionando la categoría C45 sin especificar la localización. Este cáncer está estrechamente ligado a la asbestosis, que se aborda como enfermedad respiratoria más adelante.

El origen de estas neoplasias, que se aprecia en el consolidado de la *Sección II*, se remite principalmente al **amianto** y a la **sílice cristalina**, que se relaciona con trabajos que involucren manejo de arena y rocas, así como al cromo y sus compuestos, este último siendo común en los humos de soldadura y en el cemento, como ya se mencionó en el análisis de esta materia prima.

El asbesto y la sílice cristalina son sustancias causantes de cáncer pulmonar pertenecientes al grupo 1 de la IARC (55), cubiertas en la *Guía de atención integral basada en la evidencia para neumoconiosis* con ruta de exposición por inhalación y asociadas ambas con cáncer de pulmón y, en el caso del amianto, con mesotelioma (pleural, pericardial y peritoneal), según se describe en el *Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC, de interés ocupacional para Colombia (57)*.

En el caso del amianto, la exposición ocupacional en Colombia se remite, entre otras industrias, a la construcción contándose entre “las operaciones más riesgosas a la instalación, mantenimiento y reparación de productos de asbesto-cemento (tejas, claraboyas, tanques y tubería), la reparación y remoción del aislante térmico y de ruido pero excluyendo la exposición a asbesto friable en los procesos de renovación y demoliciones de construcciones con aislamiento de asbesto” (44). Para la sílice, las actividades de construcción más expuestas a este agente etiológico son las consistentes en limpieza de estructuras y edificios mediante el sistema de chorro abrasivo “sandblasting” y el uso de arena como materia prima en sí y en la preparación de concreto (44).

Respecto a las neoplasias en órganos del sistema respiratorio de trabajadores de la construcción, es de recordar que las diferentes actividades implican a su vez exposición, en ocasiones simultánea, a

los ya mencionados agentes etiológicos reconocidos como cancerígenos en diferentes proyectos; a la vez, las condiciones constructivas se presentan de manera tal que pueden darse exposiciones significativas de labores adyacentes en individuos “espectadores” que pueden no percatarse de la necesidad de usar elementos de protección personal y del riesgo en sí (58).

En la Tabla 15 se presentan las principales características de los dos principales tipos de neoplasias ocasionadas por exposición a material particulado.

Tabla 15. Cuadro comparativo entre neoplasias de mesotelioma de la pleura y cáncer de pulmón.

| Característica | Mesotelioma de la pleura | Cáncer de pulmón |
|--------------------------|--|--|
| Definición | El mesotelioma es una neoplasia producida por fibras de asbesto en el mesotelio de la cavidad pleural, peritoneal, pericárdica y de la albugínea del testículo, siendo el Mesotelioma pleural el más frecuente (59) con 70 al 90% de los casos (60). Se caracteriza por una fibrosis pulmonar difusa y progresiva (61). | Se distinguen dos grupos principales, el no microcítico (85% de los casos) y el microcítico (15% restante) (62). El de células no pequeñas es la variedad histológica más agresiva (55). |
| Etiología | Trabajadores con mayor riesgo son aquellos expuestos al asbesto con un 70 a 80%, entre los que se encuentran del gremio de la construcción (63), además que “las profesiones relacionadas con edificios constituyen la población más expuesta al amianto” con 25% de los casos relacionados con este agente (60). Entre las actividades económicas principales con exposición a fibras de amianto están demolición, excavación y construcción de casas (61). Más del 40% de diagnosticados tenía antecedentes de tabaquismo (63). | El cáncer de pulmón es la neoplasia ocupacional más comúnmente reportada (55). Hay elevado riesgo en trabajadores de la construcción expuestos a polvo del suelo, amianto, sílice cristalina, cemento Portland, óxido de calcio y sulfato de calcio (64). Se ha identificado cáncer pulmonar por varias exposiciones en la construcción a materiales que incluyen asbesto, sílice y fibras cerámicas refractarias durante reparación, renovación y demolición de estructuras, así como por uso del cemento (58). |
| Distribución poblacional | Tiene una incidencia anual en los países industrializados de 1 a 2 casos por 100000 habitantes en los hombres y normalmente inferior a 1 por 100 000 en las mujeres (60), con una relación hombre: mujer de 2.1:1 (63). Afecta por lo general a hombres mayores de 60 años (63) que estuvieran expuestos con un “70-80 % de los casos en adultos varones, por lo general entre la quinta y séptima década de la vida” (60). La mayoría de casos surgen en quienes trabajaron en construcción y remodelación en países donde no se ha empleado amianto en muchos años (65). | A comienzos de la década de los 80 el 15% de los casos de cáncer pulmonar en hombres y el 5% en mujeres estaban relacionados con factores ocupacionales (55). En Colombia anualmente hay unos 3000 casos de cáncer pulmonar general en varones y 1.700 casos en mujeres, incrementándose el riesgo con la edad (alrededor del 70% de los casos nuevos se presenta luego de los 65 años de edad (66). Hay pocos estudios en población trabajadora femenina de la construcción pero indican un riesgo elevado de mortalidad por cáncer (58). |
| Periodo de latencia* | 15 a 40 años (59), 30 a 40 años (60) (65). | “Periodo de latencia variable, dependiendo del agente, pero larga en la mayoría de los casos” (62). |
| Tratamiento | Incurable (59) (65). Tratamiento de soporte y cuidados paliativos (60). | Cáncer de pulmón de células pequeñas: No es quirúrgico, debido a la biología del tumor y a que en la mayoría de los casos se encuentra en estados avanzados (55) por lo cual se recomienda |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| | | <p>quimioterapia exclusiva (66).</p> <p>Cáncer de pulmón de células no pequeñas: El tratamiento depende del estado funcional del paciente así como de la estadificación y las preferencias del paciente (55), aunque la resección quirúrgica (lobectomía) sigue siendo la terapia más importante en el tratamiento potencialmente curativo y la quimioterapia en estadios patológicos avanzados (66).</p> |
| Supervivencia y mortalidad. | <p>Incurable e irreversible, con elevada morbilidad y discapacidad como enfermedad laboral (61).</p> <p>4 a 18 meses (59), 8 a 12 meses (63), 8 a 25 meses (60) 14 meses (65), todos los intervalos después del diagnóstico.</p> <p>Se estima que el 80% fallece antes de los doce meses posteriores al diagnóstico y 100% de mortalidad a los 24 meses (60), aunque también hay estudios que afirman que solo 20% sobrevive más de dos años (63), siendo la mayoría de muertes en el sector construcción (61).</p> <p>El amianto representa el agente etiológico en casi el 90% de las muertes por mesotelioma (60).</p> | <p>El cáncer de pulmón en general es la segunda causa de muerte en hombres y la cuarta en mujeres (66).</p> |
| Prevención | <p>Prohibición de extracción de mineral y de las industrias que lo utilizan (59).</p> | <p>La <i>GATISST de cáncer de pulmón</i> (55) plantea los siguientes controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminación y sustitución de materiales, productos u operaciones identificados como carcinógenos pulmonares. Si no es posible, reducción al máximo posible de las cantidades de estos y de los tiempos de exposición. ▪ Instalación de sistemas de ventilación localizada como controles de ingeniería. ▪ Dotación de elementos de protección personal respiratoria, dérmica y ocular. |

* Desde la primera exposición.

Fuente: construcción propia con base en las mencionadas referencias bibliográficas.

4.2.4.1.2. Enfermedades no neoplásicas

Para el caso de las **enfermedades del sistema respiratorio no cancerosas**, la Tabla 13 arrojó un hallazgo de 26 diagnósticos de los que una decena son ocasionados por exposición al polvo y los demás se relacionan con otros contaminantes atmosféricos como Compuestos Orgánicos Volátiles – COV's, gases y humos metálicos.

De los diez grupos de enfermedades respiratorias que conforman el décimo capítulo del *Código CIE-10* definido por la *OMS*, la mitad hacen presencia en los trabajadores de la construcción de edificios descartando patologías agudas, infecciones, virales, bacterianas, intersticiales, abscesos e insuficiencias, entre otras, y concentrándose en afecciones crónicas tanto en vías superiores como

inferiores, incluyendo localizadas en la pleura, tal y como se resume en la Tabla 16, en la que la sumatoria de ambas secciones del *Decreto 1477* arroja trece padecimientos. Se incluyen patologías ocasionadas por cromo, ya que este metal está presente en el polvo, como se vio en el análisis del cemento.

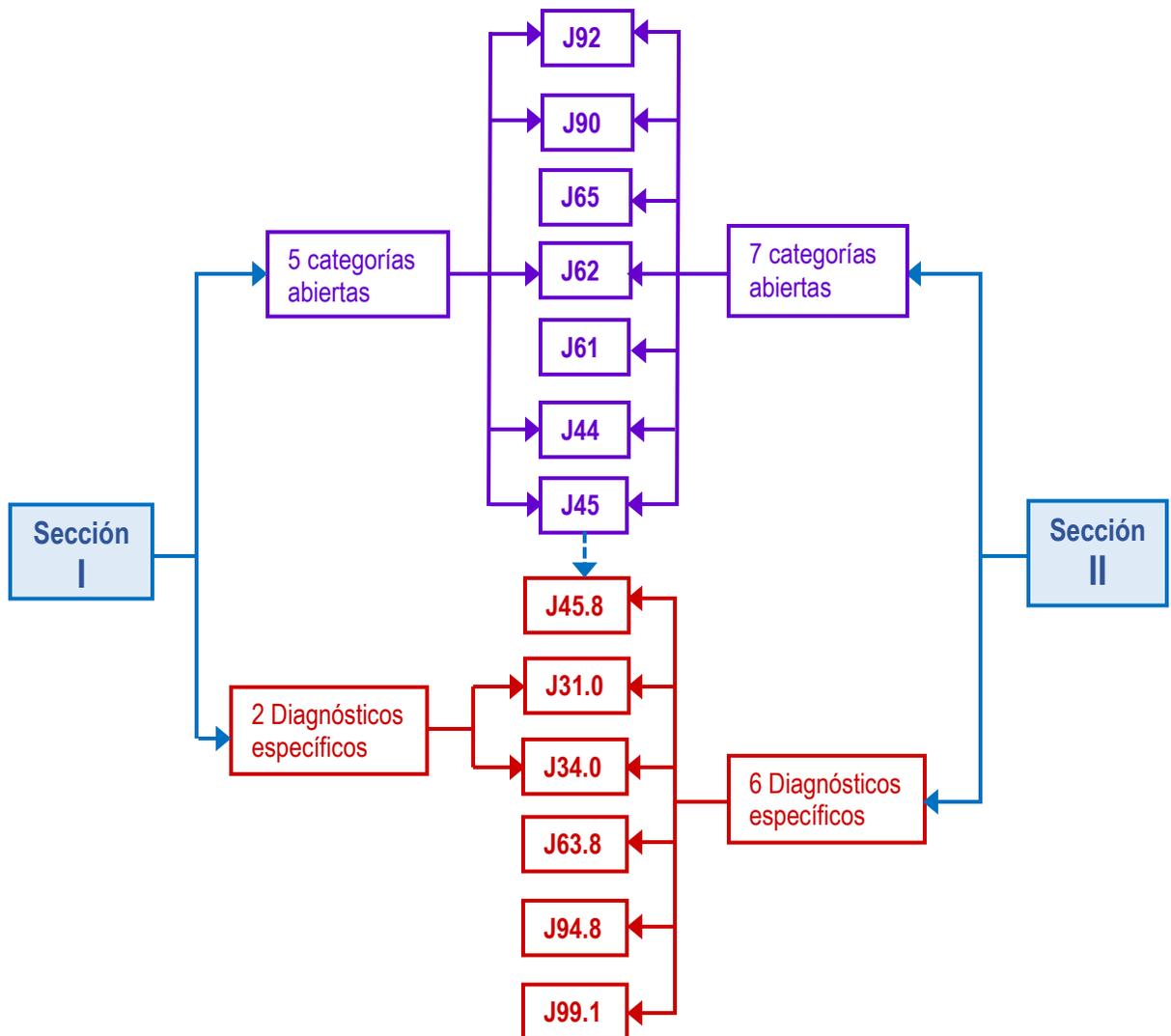
Tabla 16. Grupos de enfermedades respiratorias no neoplásicas ocasionadas por exposición a agentes químicos de material particulado en la construcción de edificaciones de acuerdo al *Código CIE-10*.

| Grupo de enfermedades | | Patologías por exposición a agentes químicos de material particulado | |
|-----------------------|--|--|---|
| Código | Nombre | Código | Nombre |
| J30-J39 | Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores. | J31.0 | Rinitis crónica. |
| | | J34.0 | Absceso, furúnculo y ántrax de la nariz. |
| J40-J47 | Enfermedades respiratorias inferiores crónicas. | J44 | Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. |
| | | J45 | Asma. |
| | | J45.8 | Asma mixta. |
| J60-J70 | Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos. | J61 | Asbestosis (Neumoconiosis debida al asbesto y a otras fibras minerales). |
| | | J62 | Neumoconiosis debida a polvo de sílice. |
| | | J63.8 | Neumoconiosis debida a otros polvos inorgánicos especificados. |
| | | J65 | Neumoconiosis asociada con tuberculosis. |
| J90-J94 | Otras enfermedades de la pleura. | J90 | Derrame pleural no clasificado en otra parte. |
| | | J92 | Paquipleuritis. |
| | | J94.8 | Otras afecciones pleurales específicas. Engrosamiento pleural difuso relacionado con asbesto. |
| J95-J99 | Otras enfermedades del sistema respiratorio. | J99.1 | Trastornos respiratorios de otras enfermedades sistémicas del tejido conjuntivo clasificadas en otra parte. |

Fuente: construcción propia con base en el *Decreto 1477 de 2014* (29).

Tal y como sucedió con las neoplasias, en cuanto a las enfermedades respiratorias también se hallan diferencias entre las dos secciones del *Decreto 1477* ya que en la primera parte hay cinco de siete diagnósticos que corresponden a categorías abiertas del “Capítulo X – Enfermedades del Sistema respiratorio” del *Código CIE-10* definido por la OMS mientras que en la segunda sección son siete las categorías abiertas, como se explica en el siguiente gráfico:

Gráfico 7. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías de enfermedades respiratorias por agentes químicos presentados en las dos secciones del *Decreto 1477 de 2014*.



Como se ve entonces, hay siete categorías abiertas de enfermedades respiratorias relacionadas con exposición a material particulado en el *Decreto 1477*, de las cuales la J44 y la J45 pertenecen a la clasificación J40-J47 “Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores” del mencionado *Código CIE10*, la J61, la J62 y la J65 conciernen a la tipificación J60-J70 “Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos” y la J90 y la J92 corresponden a la categoría J90-J94 “Otras enfermedades de la pleura”. Es así como se evidencia que los trabajadores de la construcción ciertamente están en un alto riesgo de condiciones médicas crónicas entre las que se destacan enfermedad pulmonar obstructiva crónica – EPOC y las neumoconiosis de asbestosis y silicosis (67).

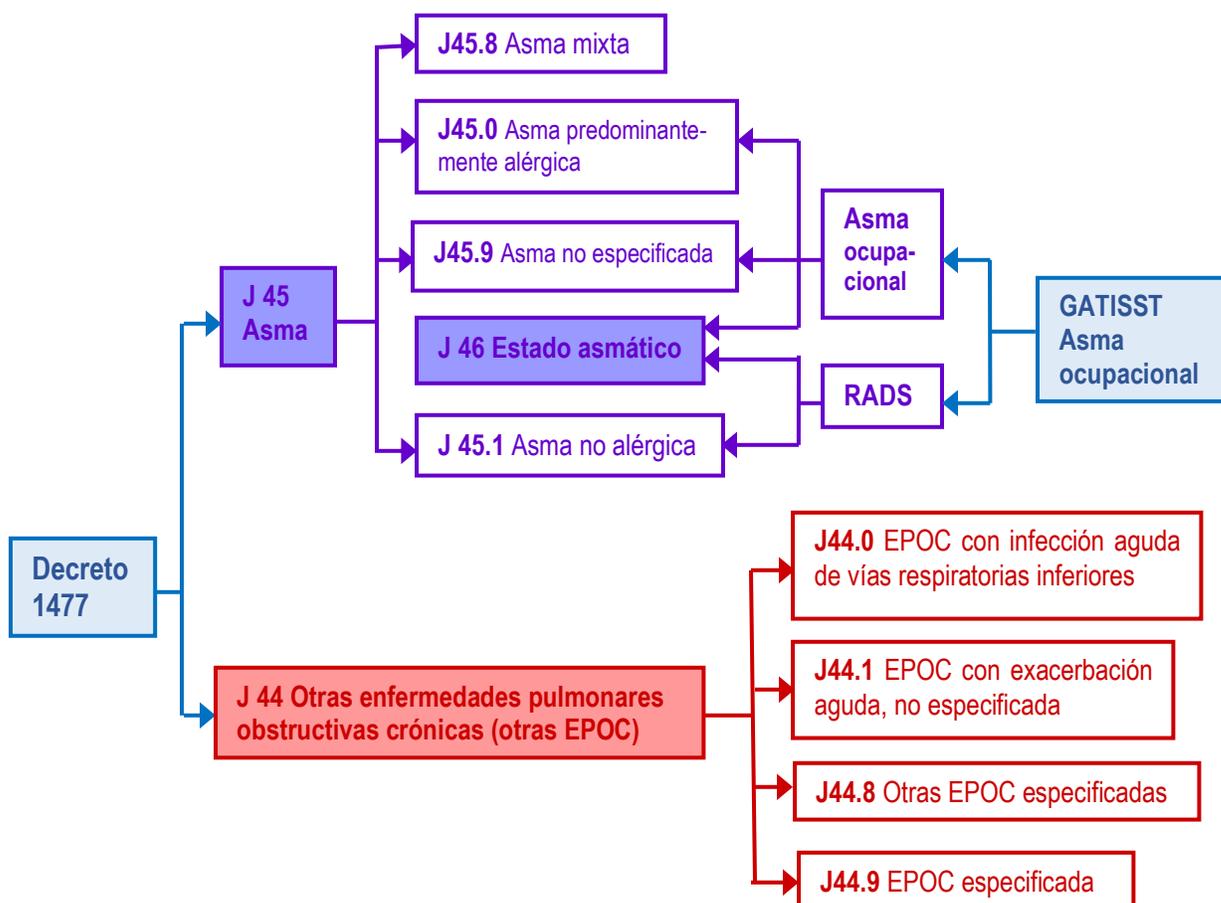
Se describen a continuación las categorías de patologías respiratorias del *Decreto 1477*:

- ✓ **J44 Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (otras EPOC):** Se deja abierto el diagnóstico a patologías como asma obstructiva crónica (excluyendo obviamente asma de la categoría J45), bronquitis y traqueobronquitis crónicas. Sin embargo, es de aclararse que como la bronquitis es una enfermedad común, no hay suficientes investigaciones de estadios agudos que la atribuyan directamente a la exposición a material particulado inorgánico (36).
- ✓ **J45 Asma:** Este importante grupo de patologías respiratorias abarca tanto etiologías alérgicas como no alérgicas, de acuerdo a la *Clasificación CIE10*, lo que circunscribe la posibilidad de que un trabajador pueda presentar predisposición a ciertos componentes en el polvo del ambiente laboral y/o desarrollar asma de aparición tardía, siendo de este modo incluyente y acertado el *Decreto 1477* al considerar condiciones individuales que pueden presentarse en diferentes grupos etarios.

Cabe mencionar además que este Decreto suprime el estado asmático, como condición agravada del asma y en la que puede no presentarse respuesta al tratamiento. Por su parte, la *GATISST de Asma ocupacional* es clara al delimitar su alcance solo a asma ocupacional y síndrome de disfunción reactiva de las vías aéreas (RADS) y excluir el asma agravada por el trabajo y neumonitis por hipersensibilidad (53).

En el Gráfico 8 se aclara la cobertura de la *GATISST Asma ocupacional* y el *Decreto 1477*:

Gráfico 8. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías de enfermedades respiratorias no neoplásicas por agentes químicos del *Decreto 1477 de 2014* y la *GATISST Asma ocupacional*.



Paralelamente, la Tabla 17 presenta las principales características de la EPOC y el asma ocupacional ocasionadas por exposición a material particulado en el sector construcción de edificaciones:

Tabla 17. Cuadro comparativo entre Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica – EPOC y Asma ocupacional (AO).

| Característica | EPOC | Asma ocupacional |
|--------------------------|--|---|
| Definición | <p>EPOC: padecimiento determinado por una limitación en el flujo de aire que no es del todo reversible (58) y generado mediante mecanismos como la predisposición genética, la exposición a tóxicos respiratorios, la respuesta inmunológica y el consecuente proceso inflamatorio (68) de los pulmones, que es parcialmente responsable por enfisemas locales (69).</p> | <p>AO: enfermedad caracterizada por limitación variable del flujo aéreo y/o hipereactividad bronquial y/o inflamación bronquial debida a razones laborales y no a estímulos extralaborales. Hay dos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ AO alérgica, con periodo de latencia y en la que se han identificado mecanismos inmunológicos, como agentes de alto y bajo peso molecular. ▪ AO no alérgica, sin periodo de latencia, ocasionada por irritantes (por ejemplo Síndrome de Disfunción Reactiva de las Vías Aéreas (RADS). (53). <p>El A.O. se relaciona con frecuencia o se precede de rinoconjuntivitis (70).</p> |
| Etiología | <p>“El vínculo con consumo de cigarrillo es tan fuerte que el diagnóstico de EPOC es raro en no fumadores y cuando se da en individuos que nunca hayan fumado, es probable una causa ambiental con frecuencia ocupacional” (65).</p> <p>Como uno de los principales factores de riesgo ocupacional está la exposición recurrente a polvos, tanto de origen orgánico (como madera) e inorgánico (ejemplo polvo de ladrillo) y en especial en minería y construcción, aunque también es clara la multicausalidad en su origen (68).</p> <p>La <i>American Thoracic Society</i> - ATS tasó en 2010 que más del 20% de los casos de EPOC son atribuibles a la exposición ocupacional (69), mientras otras valoraciones estiman este porcentaje cerca del 15% (71).</p> | <p>Los principales agentes causales son los relacionados con (53).:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición a material orgánico (como maderas, abordado en el numeral siguiente) (33%). ▪ Manipulación de sustancias químicas (31%) (especialmente isocianatos y glutaraldehidos). ▪ Soldadura metálica (6%). <p>Siempre debe evaluarse cualitativamente la exposición aérea a los agentes contaminantes del aire causantes de A.O. mediante el método de “Caja de Herramientas de Control Químico” de la <i>Organización Internacional del Trabajo</i> - OIT (53).</p> |
| Distribución poblacional | <p>La exposición a irritantes en el lugar de trabajo es causal de un 15% del total de EPOC, probablemente en sinergia con humo de cigarrillo (65), hábito que es prevalente en los trabajadores de la construcción y otras poblaciones laborales obreras (58).</p> <p>La EPOC impacta a ambos sexos casi por igual, con una prevalencia del 14,3% para hombres y 3,9% para las mujeres (población entre 40 y 69 años) (68).</p> <p>En el sector construcción, los trabajadores</p> | <p>El A.O “es considerada la enfermedad respiratoria más frecuente de origen ocupacional en los países desarrollados” (70). Afecta entre el 5 y 10% de adultos, “estimándose que 10-15% del asma en adultos se atribuye a la ocupación” (65) (53). Más del 20% (o 29 de 100 casos) de los diagnósticos significativos de asma por primera vez se pueden atribuir a causas laborales, reconociéndose en Colombia 24 casos de asma ocupacional como enfermedad profesional entre 2004 y 2005 (53).</p> <p>Los trabajadores de construcción reportaron menos</p> |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| | <p>encargados de la producción del concreto se consideran los más expuestos a EPOC laboral (71).</p> <p>La bronquitis es, junto con la silicosis, otra patología relacionada con las exposición a polvos de cemento (36).</p> | <p>frecuentemente asma que empleados de otros sectores, pese a que se ha demostrado riesgo significativo de incidencia de asma para ocupaciones en este sector como carpinteros, ayudantes, instaladores de asilamientos, mamposteros e instaladores de cerámica y conductores de vehículos/ operadores de maquinaria, en orden de mayor a menor (58).</p> <p>Solo el 2% de asma en trabajadores de la construcción se ha reconocido como A.O. (58), aunque también este sector productivo se considera una de las actividades profesionales con riesgo para asma (70).</p> |
| Periodo de latencia* | <p>Esta condición se desarrolla lentamente y, debido a que la limitación de flujo de aire es crónica, no tiene reversibilidad cuando se descontinúa la exposición (71)</p> | <p>“En un individuo sensibilizado el periodo entre la exposición al alérgeno y la aparición de los síntomas no es superior a 48 horas” (70).</p> |
| Tratamiento | <p>La EPOC es prevenible y, aunque no tiene cura, si tiene tratamiento (68).</p> | <p>El tratamiento depende del origen del diagnóstico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Originado por agente sensibilizante: remoción del agente causal. ▪ Causado por exposición aguda a un agente irritante: prevención de exposiciones adicionales al agente. <p>“El manejo farmacológico general del paciente con asma ocupacional es similar al manejo del paciente con asma común”, con esteroides inhalados y broncodilatadores de larga acción (53).</p> |
| Supervivencia y mortalidad. | <p>La vigilancia epidemiológica en Estados Unidos ha demostrado una alta mortalidad por EPOC en el sector de la construcción en actividades como excavación y operación de maquinaria, instaladores de dry-wall, pintores, ayudantes y carpinteros (58).</p> <p>La EPOC fue en 2011 la sexta causa de muerte en países en desarrollo con un 4,9% de los fallecimientos, particularmente teniendo los trabajadores de la construcción expuestos a polvo inorgánico una elevada mortalidad por esta razón(69).</p> | <p>Unas 38000 personas fallecen anualmente en Estados Unidos por asma etiológicamente atribuible al trabajo (53).</p> |
| Prevención | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Remoción de irritantes y reemplazo de agentes tóxicos por no tóxicos (69). Si no es posible, implementación de controles de ingeniería como encerramiento de procesos industriales y mejoramiento de ventilación en espacios (71). ▪ Abandono de condiciones de fumador activo y pasivo (69). ▪ Práctica de controles administrativos (como reubicación del puesto de trabajo) (71). ▪ Dotación de elementos de protección persona, aunque esta muestra menor efectividad en la reducción de la | <p>La <i>GATISST de asma ocupacional</i> (53) plantea los siguientes controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminación y sustitución de materiales, productos u operaciones identificadas como asmogénicos. Si no es posible, reducción al máximo posible de las cantidades de sustancias de este tipo limitando el número de expuestos. ▪ Instalación de sistemas de ventilación localizada como controles de ingeniería. ▪ Dotación de elementos de protección personal respiratoria. ▪ Cambio de forma o estado físico del agente asmogénico (por ejemplo manipulación de un material solido por vía húmeda). |

| | | |
|--|---|--|
| | exposición a irritantes de las vías aéreas superiores (71). | |
|--|---|--|

* Desde la primera exposición.

Fuente: construcción propia con base en las mencionadas referencias bibliográficas.

- ✓ **J61 Neumoconiosis debida al asbesto y a otras fibras minerales (asbestosis):** Esta categoría no contempla diagnósticos específicos pero excluye la placa pleural con asbestosis de código J92.0, que se incluye en otra de las categorías halladas en el *Decreto 1477* y explicada más abajo.
- ✓ **J62 Neumoconiosis debida a polvo de sílice (silicosis):** A pesar de que se puso la categoría abierta, solo es posible el diagnóstico *J62.8 Neumoconiosis debida a otros polvos que contienen sílice* ya que en la *Sección I* y en la *Parte A – Enfermedades laborales directas* de la *Sección II* del *Decreto 1477* relacionan como agente etiológico a la sílice, tanto libre en óxido de silicio como en todas sus formas respectivamente, más no al talco que de todas maneras en un mineral de la clase de los silicatos y cuya neumoconiosis es el otro diagnóstico de esta clasificación J62.

Ampliando un poco la definición que se muestra en la tabla a continuación de población expuesta en la silicosis, puede decirse que en construcción de edificaciones los oficios más relacionados son albañil (mampostero) con funciones como instalación y corte de ladrillos y cerámicas así como preparación de mortero, junto con concretero, ocupación en la que se debe preparar concreto, perforarlo y cortarlo (72). Estas son labores que no pueden mecanizarse ni modificarse pero si hay un control eficiente que es el trabajo en húmedo, que es la incorporación de agua en las labores de corte de los prefabricados de barro y hormigón, además del humedecimiento de las superficies antes de barrerlas (72).

En la Tabla 18 se presentan las principales características de los dos principales tipos de neumoconiosis ocasionadas por exposición a material particulado.

Tabla 18. Cuadro comparativo entre neumoconiosis: asbestosis y silicosis.

| Criterio | Asbestosis | Silicosis |
|------------|---|--|
| Definición | Neumoconiosis es el término aplicado al conjunto de enfermedades intersticiales difusas causadas por la inhalación crónica de aerosoles de minerales o metales (73). Las neumoconiosis reciben una denominación específica, en función del agente causal, siendo las de interés para el sector de construcción de edificaciones la silicosis por sílice Cristalina SiO_2 y la asbestosis por Asbesto $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ (73). Fibrosis pulmonar difusa producida por inhalación de fibras de asbesto con graves lesiones en los lóbulos inferiores y en la periferia del pulmón (59). | Es la más común de las neumoconiosis producida por la inhalación de sílice cristalina o dióxido de silicio (SiO_2) (el elemento más abundante en la naturaleza) (36), con producción de tejido colágeno en el pulmón en repuesta al depósito de sílice inspirada, que afecta al parénquima pulmonar de forma difusa. Puede ser crónica, acelerada o aguda (73). |
| Etiología | Antecedentes con exposición al amianto entre los que están de la | Actividades de riesgo: construcción y arquitectura de interiores, trabajos en seco, de trituración, tamizado y |

| | | |
|--------------------------|---|--|
| | industria de la construcción (59). “Ha aumentado cerca de 10 veces su frecuencia, contribuyendo con el 52% de las muertes por todos los tipos de neumoconiosis en Estados Unidos” (8). | manipulación de minerales o rocas (73). Así mismo labores de preparación de mezclas (p.e. concreto y mortero) y en las que se “perfora, pule o fragmenta material rocoso o superficies de concreto, entre otros” (8). El riesgo que antes se restringía a ciertas actividades en construcción como mampostería, ahora se amplía a muchas tareas debido a la extensión en el uso de materiales que contienen sílice (74). |
| | “No hay evidencia que permita determinar que alguna enfermedad respiratoria en particular predisponga al desarrollo de neumoconiosis”, pero si es claro que el hábito del tabaquismo es un concomitante de la obstrucción de la vía aérea en los trabajadores que han sido expuestos a amianto o sílice (8). | |
| Distribución poblacional | Más frecuente en el sexo masculino, en edades mayores a los 60 años (59) | 99 % de los casos de neumoconiosis se presentaron en hombres, siendo el grupo etario con la mayor tasa el de 60 a 64 años. Los oficios de la construcción con más alto riesgo son oficiales y ayudantes, lugar que comparten con estas mismas ocupaciones en minería (75). “El sector de la construcción tiene la segunda proporción más alta de trabajadores expuestos a contraer silicosis con un 19%, después de la minería con un 23%” (74). |
| Periodo de latencia* | 20 a 40 años (59). Su prevalencia se incrementa proporcionalmente al tiempo de exposición con 10- 19 años: 10%, 20- 29 años: 73% y más de 40 años: 92% (8). | La silicosis, al igual que todas las neumoconiosis, es asintomática en sus primeros estadios (36) y se logra su diagnóstico en etapas avanzadas (75). Su tiempo mínimo de duración de la exposición es de un lustro, en formas aceleradas puede ser de dos años y en silicosis agudas puede ser muy corto (73). Se puede resumir que se requiere: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Silicosis crónica: diez años o más de exposición a polvos con más de 30% de sílice libre (36), 10 a 20 años (72). ▪ Silicosis aguda: entre dos y tres años de exposición a polvos con 90 a 100% de sílice libre, cinco a 10 años de exposición (72). ▪ Silicosis acelerada: exposición a polvos que contienen entre 40 a 84% de sílice libre (36), algunas semanas a 5 años (72). |
| | La evolución natural de las neumoconiosis es lenta ya que “solo después de cinco años de se presentan manifestaciones clínicas y cuando el nivel de exposición es bajo pueden tardar un periodo mayor” (75), razón por la cual muchos pacientes están ya retirados del trabajo al momento de su diagnóstico (65). | |
| Complicaciones | La asbestosis incrementa el riesgo de cáncer de pulmón en fumadores y no fumadores a pesar de que el efecto es mucho más fuerte en los primeros y también puede complicarse con el desarrollo de hipertensión pulmonar (65). | La silicosis incrementa el riesgo de tuberculosis pulmonar, especialmente en lugares donde esta última sea endémica (65). |
| Tratamiento | Incurable , se caracteriza por su irreversibilidad e incapacidad; ayuda la restricción de exposición a sustancias irritantes (59) y la rehabilitación pulmonar (8). “Por el efecto sinérgico entre la exposición a asbesto y el | “No hay un tratamiento específico para la silicosis; el lavado broncoalveolar se puede emplear para la remoción del material proteínico alveolar que ha producido, logrando la mejora de los síntomas pero no la prognosis” (76) |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| | <p>tabaquismo en cuanto al compromiso pulmonar, es imperativo que el paciente con asbestosis deje de fumar” (61).</p> <p>No existe tratamiento para las neumoconiosis, lo mejor es prevenir estas patologías mediante controles apropiados de seguridad e higiene industrial (75). Las alternativas son principalmente de soporte, dependen de la evolución de la enfermedad y pueden ser: oxigenoterapia, antibióticos, y en especial vacunación anual contra influenza y neumococo para prevenir complicaciones propias de la enfermedad pulmonar crónica (8). En casos raros se puede optar por un trasplante de pulmón (65).</p> | |
| Supervivencia y mortalidad. | <p>A menudo mortal en un tiempo más o menos corto posterior al diagnóstico (59).</p> | <p>Datos de los sistemas de vigilancia han indicado que las muertes por silicosis son más altas en trabajadores que han reportado haber trabajado principalmente en el sector de la construcción (58).</p> |
| | <p>El número de defunciones por neumoconiosis es bajo, lo cual puede atribuirse en parte a que la mayoría de los casos no presentan alteraciones funcionales graves que ocasionen la muerte del trabajador. Otro factor es la falta de notificación a los servicios de salud en el trabajo (subregistro) (75).</p> | |
| Prevención | <p>Sistemas de tratamiento del aire, uso de elementos de protección personal, prácticas de higiene durante el trabajo (lavado de manos y cambio de ropa de trabajo) (59).</p> <p>Sin embargo es importante precisar que “la protección respiratoria no debe reemplazar los controles de ingeniería” (8). Incluso no solo la manipulación del asbesto como materia prima debe controlarse sino además las actividades de limpieza de superficies y maquinaria en contacto con este, mediante sistemas de extracción mecánica y jamás con métodos que dispersen el amianto (8).</p> | <p>La vigilancia médica y prevención de la exposición en el sector construcción es un reto debido a que su fuerza de trabajo es muy especializada y tiene alta rotación, sumado a la temporalidad en la localización de las obras (74).</p> <p>No ha sido posible modificar los procesos productivos en la industria de la construcción, en virtud de que esta actividad se realiza generalmente de manera manual y a que la capacitación sobre el riesgo que implica la exposición a estos agentes es insuficiente, aunado al bajo nivel educativo de los trabajadores, lo que ocasiona mayor exposición a polvos de cemento, arena, cal y yeso (75).</p> <p>También controles de ingeniería como “mecanización, encerramiento y ventilación de tipo extractivo” (8), así como humectación de las emisiones de polvo, e incluso métodos aún en desarrollo como uso de aditivos para mejorar la supresión de polvo en las tareas de corte de concreto y ladrillo (74) (entendiendo por sustituto cualquier material que contenga un porcentaje de sílice libre inferior a 1% (72)).</p> <p>En el caso del “sandblasting”, se suele humedecer la superficie del hormigón en tratamiento para capturar las partículas e instalar lonas en los alrededores, aunque esta última actividad sea más de protección hacia las edificaciones circundantes que para los trabajadores (41) y la NIOSH recomienda que los trabajadores no usen arena abrasiva que contenga más de 1% de sílice (42).</p> |
| | <p>El problema con los controles de ingeniería de sistemas de ventilación y extractores es que las actividades de minería y construcción se realizan en exteriores (75). Es vital el componente de formación y no solo con alcance a los trabajadores y empleadores sino además al personal del sector salud para facilitar la detección temprana de casos clínicos (75).</p> <p>No basta con el uso de elementos de protección personal respiratorios sino que deben tenerse estándares para la selección de los respiradores apropiados, realizar con frecuencia pruebas de ajuste y tener un programa de mantenimiento y cuidado de estos implementos por parte de los</p> | |

| |
|--|
| usuarios, así como de reemplazo oportuno de los protectores (8). |
|--|

* Desde la primera exposición.

Fuente: construcción propia con base en las mencionadas referencias bibliográficas.

- ✓ **J65 Neumoconiosis asociada con tuberculosis:** Es una complicación de las neumoconiosis poco frecuente y con baja mortalidad, pues por ejemplo en México durante un año de recolección de información, solo se reportaron cinco decesos por esta causa (75); además está más asociada con silicosis (72). Su tratamiento es “realizar el manejo antituberculoso farmacológico convencional” (8).

Finalmente, todas las **afecciones pleurales** relacionadas en el *Decreto 1477 de 2014* se remiten al amianto como agente causal. Estas son: J90 “Derrame pleural no clasificado en otra parte”, J92 “Paquipleuritis” (que pese a que en la norma no se menciona de esta categoría cuál es el diagnóstico específico, al relacionarlo etiológicamente con el asbesto la norma hace referencia al J92.0 “Placa pleural con presencia de asbesto”) y J94.8 “Otras afecciones pleurales específicas” con engrosamiento pleural.

En resumen, el origen de las anteriores enfermedades respiratorias no neoplásicas clasificadas como neumoconiosis y afecciones pleurales, se remite básicamente a dos agentes causales que son el amianto y la sílice, mientras que el asma ocupacional y la EPOC tiene una etiología más variada que abarca no solos polvos inorgánicos sino además orgánicos, como se describirá en el siguiente numeral.

Si bien es obvio que la mayor parte de los oficios referenciados como población expuesta a contraer enfermedades respiratorias no neoplásicas (e incluso cancerosas) son albañiles o mamposteros, manipuladores de concreto, ayudantes y oficiales, instaladores de cerámica (enchapadores) e incluso operadores de equipo y maquinaria, durante manipulación de áridos, cemento, suelo y prefabricados de concreto y barro en labores que van en las diferentes etapas de la construcción como excavación, demolición, renovación y levantamiento de estructuras, y que además estas ocupacionales son mayoritariamente desempeñadas por hombres, es de mencionarse que las mujeres también ocupan una función vital en la construcción de edificaciones mediante el oficio de aseadoras al final de la etapa constructiva.

Es por esta condición que de igual forma están expuestas a material particulado y subsecuentemente son susceptibles a desarrollar enfermedades respiratorias, pese a que hay poco conocimiento sobre el riesgo de estas patologías en dicho segmento de la población (77). Sin embargo, algunos estudios han mostrado que estas trabajadoras tienen más síntomas de afectación en vías aéreas, asma, EPOC y bronquitis crónica que la población general, aunque no todas ellas desarrollen estos problemas (77).

4.2.4.2. Ocasionadas por exposición a agentes de riesgo biológicos

La multiplicidad de oficios, la mayoría de ellos especializados, que tiene el sector de la construcción de edificaciones hace que se tenga que aplicar una mirada holística para saber identificar, valorar y controlar las exposiciones a peligros que representen riesgos potenciales para las personas que

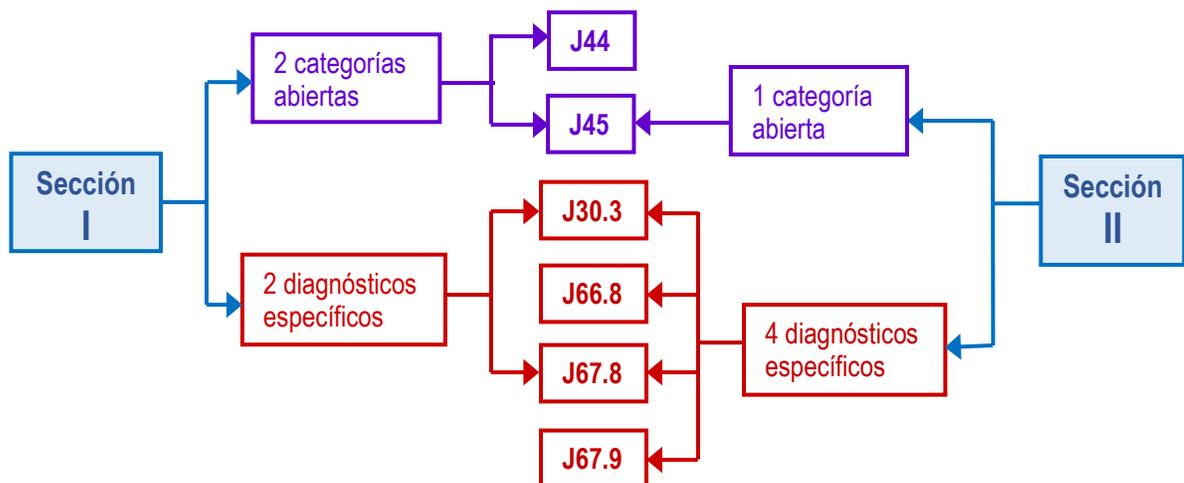
desempeñan estas labores. Por lo general, lo más evidente es asociar las enfermedades respiratorias ocupacionales con trabajos como demolición y manipulación de materiales granulares, entre ellos principalmente el cemento, pero se debe considerar también a la población de trabajadores que tienen a la madera como su materia prima en las actividades de carpintería y ebanistería para el amueblamiento de los edificios en su etapa de acabados.

El riesgo de asma laboral es más alto en los trabajadores de la madera que entre la población en general (78), en cuanto es cierto que “aunque el mecanismo responsable del efecto del polvo de la madera no está del todo elucidado”. De hecho varios estudios han mostrado el papel de este material particulado en el “comienzo de asma ocupacional, bronquitis crónica, neumonitis y malignidades nasofaríngeas y pulmonares, aunque los datos sean relativamente inconcluyentes” (79).

Analizando de nuevo, esta vez para agentes biológicos, las Tablas 13 y 14, se encuentra que en ambas secciones del *Decreto 1477 de 2014* no se relacionan neoplasias por exposición a material particulado orgánico (a diferencia de los agentes químicos o polvo inorgánico que origina un par de categorías abiertas y dos diagnósticos específicos de cáncer) pero si unas pocas enfermedades ocupacionales en el sistema respiratorio por esta etiología.

De igual forma a como se mostraron los padecimientos respiratorios por agentes químicos mediante los Gráficos 6 y 7, a continuación se esquematizan los hallazgos en la mencionada norma por agentes biológicos.

Gráfico 9. Comparación de los diagnósticos y las categorías de patologías respiratorias no cancerosas por agentes biológicos presentados en las dos secciones del *Decreto 1477 de 2014*.



Otra vez hay diferencias entre las dos secciones del *Decreto 1477* ya que en la primera parte son dos categorías abiertas, J44 “Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas” y J45 “Asma”, mientras que en la segunda parte solo se menciona la última. También en cuanto a diagnósticos específicos, la *Sección I* muestra solo rinitis y neumonitis por hipersensibilidad al polvo orgánico y la

Sección II añade enfermedades de las vías aéreas debidas otros polvos orgánicos y neumonitis por otros polvos no específicos, denominada alveolitis alérgica extrínseca.

- ✓ **J30.3 Otras rinitis alérgicas:** Patología que hace parte del grupo J30- J39 “Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores” y según la Sección II, específica a exposición a polvo de madera en el oficio de carpintero. Está relacionada con el asma laboral, ampliando su alcance a rinoconjuntivitis (en un 56% de los casos) o afectando solo la parte nasal (43% de los casos) por lo general precediéndola y agravando su pronóstico, con una prevalencia de entre 31 y 61% (70).
- ✓ **J44 Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (otras EPOC):** Estas ya fueron explicadas ampliamente en el numeral de padecimientos ocasionados por agentes químicos, pudiéndose complementar su descripción reafirmando que “el polvo de madera tiene propiedades irritantes que, además de causar efectos agudos en las vías respiratorias superiores, incrementan el riesgo de bronquitis crónica” (80).
- ✓ **J45 Asma:** Grupo de patologías que, junto con las EPOC, se desarrollan de manera crónica en las vías respiratorias inferiores y ya fueron referidas en el polvo inorgánico. La importancia como asunto de salud pública de este grupo de enfermedades radica en la cantidad de empleados en el sector de manejo de la madera (78), que comprende extracción (leñadores), transformación primaria (aserraderos) y secundaria (carpinteros y ebanistas) y siendo solo este último segmento el que se halla en la construcción de edificaciones.

La *GATISST de Asma ocupacional* (53) confirma que entre los agentes que con mayor frecuencia se involucran en casos de asma ocupacional están los polvos de madera con el 3.7%, en oficios como carpinteros y ebanistas y principalmente por alérgenos de bajo peso molecular en maderas. Es de recordar, como se explicó en el Gráfico 4 “Clasificación de enfermedades respiratorias pulmonares según el tipo de partícula inhalada”, que las maderas son sustancias orgánicas que tienen esta característica de bajo peso molecular.

Acá la *GATISST* relaciona algunas especies de árboles cuya madera posee esas propiedades asmogénicas, como el nogal, el iroko, el arce africano y el cedro rojo, llegando incluso a referir, en el caso de esta última especie, el método de muestreo y análisis recomendado por la agencia internacional OSHA para caracterizarlo así como los Valores Límites Permisibles – VLP de dos asociaciones: la *American Conference of Governmental Industrial Hygienist –ACGIH* con un *Threshold Limit Value - TLV* de 0,5 mg/m³ y la *National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH* con un *Recommended Exposure Limit – REL* de 1 mg/m³ (53).

Y es que el asma ocupacional debida a la exposición a polvos de madera ha sido una afección bien estudiada, quizás la mejor entre las patologías con este agente etiológico, y se ha abordado desde las diferentes especies vegetales que proveen esta materia prima. Como es de entender, estas especies varían según el ecosistema del que extraiga este recurso natural.

La *ACGIH* de Estados Unidos cada año en su guía “TLV Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices” relaciona, en uno de los apéndices de la sección de sustancias químicas,

una lista de “Especies de árboles comercialmente importantes sospechosos de inducir sensibilización” (37), pero, como es de suponer, este inventario cubre especies vegetales nativas del norte de América y otras foráneas usadas en esta parte del mundo.

En la Tabla 19 se extraen del mencionado *Apéndice D* las especies y los géneros presentes en Colombia y/o sus clasificaciones taxonómicas similares que, por ende, pueden desencadenar efectos parecidos en los trabajadores que manipulan sus maderas. La presencia en Colombia se determinó con base en el *Catálogo de la Biodiversidad de Colombia* (81), una página web desarrollada por el *Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible* que presenta las fichas de cada una de las especies que localizan en el territorio colombiano, bien sean estas introducidas o nativas.

En resumen, con base en la comparativa de la Tabla 19, mientras que el apéndice de la Guía de la *ACGIH* relaciona 8 géneros y 26 especies de árboles cuya madera es susceptible de provocar sensibilización a nivel ocupacional, por asociación y extrapolando a Colombia, se tendrían 8 géneros (5 de estos iguales a los de la Guía) y 24 especies vegetales (ninguna igual sino todas estimadas por correlación con los géneros de las listadas por la *ACGIH*).

Por su parte, en Colombia la *Norma Sismo Resistente (NSR-10)* en su *Título G – Estructuras de madera y estructuras de guadua* relaciona seis listados de tipos de maderas utilizadas en el país con especies nativas e introducidas con un total de 69 especies y 18 géneros abiertos, de las cuales se tipifican ciertas características mecánicas. Comparando este catálogo con el extrapolado de la Tabla 19 que se extrajo del *Apéndice D* de la guía de la *ACGIH* (37), solo se hallaron en común cuatro géneros, a saberse *Pinus*, *Terminalia*, *Pouteria* y *Podocarpus*.

En Colombia se utiliza no solo madera proveniente de árboles leñosos sino que históricamente y en los últimos años se le ha dado uso a la guadua como material de construcción de origen natural debido a su disponibilidad en ciertas regiones del país y características mecánicas suficientes para darle seguridad a las estructuras que con ella se elaboran. Al respecto la *NSR-10 Título G* describe ampliamente en el *Capítulo G.12* lo referente a estas estructuras pero únicamente para la especie de bambú *Guadua angustifolia Kunth*, aclarando que “*el presente capítulo no contempla la posibilidad de utilizar otras especies de bambúes como elemento estructural*” (82).

No se ubicaron referencias en el *Título G* de la *NSR-10* a los efectos sobre la salud de los trabajadores derivados de la manipulación de la madera de especies leñosas ni de la guadua para la construcción de edificaciones (82).

- ✓ **J60-J70 Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos:** este rango de categorías posee tres diagnósticos en el *Decreto 1477 de 2014* relacionados con exposición a material particulado orgánico que son: J66.8 *Enfermedades de las vías aéreas derivadas de otros polvos orgánicos específicos*, J67.8 *Neumonitis de hipersensibilidad ocasionada por otros polvos orgánicos* y J67.9 *Neumonitis por hipersensibilidad a polvos orgánicos no específicos* (alveolitis alérgica extrínseca).

Aunque el hecho de que esta última respuesta inmunológica tenga entre sus antígenos responsables a los mohos que crecen en el polvo de la madera o en la corteza de los troncos (80) pueda asociarse en primera instancia a trabajos en explotación primaria como aserraderos, el *Decreto 1477* es acertado al incluir todo el rango de labores con exposición ocupacional a polvos orgánicos como desencadenantes de neumonitis, entre ellas a la construcción (donde aplicaría para carpintería en madera) e incluso a actividades de excavaciones, tal y como se aprecia en las Tablas 13 y 14.

Tabla 19. Especies de árboles comercialmente importantes sospechosos de inducir sensibilización en Colombia determinados por asociación con el listado del “TLV Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices” de la ACGIH.

| Clasificación | | Identificación | | Descripción |
|------------------------|---------|----------------|---------------------------|--|
| Género | Especie | Nombre común* | Nombre científico | |
| Maderas blandas | | | | |
| X | | Pino | <i>Pinus</i> | <p>Este género de coníferas posee en Colombia cuatro especies (83), todas ellas introducidas, de las cuales tres son maderables: <i>Pinus pinea</i> (84), <i>Pinus caribaea</i> (85) y <i>Pinus montezumae</i> (86) y usadas como insumo en construcción al ser maderas pesadas.</p> <p>Aunque la guía de la ACGIH relaciona solo al género <i>Pinus</i> (de la familia <i>Pinaceae</i>), en Colombia se encuentran otras clasificaciones taxonómicas del mismo orden <i>Pinales</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Familia <i>Podocarpaceae</i> - género <i>Podocarpus</i>: con tres especies maderables nativas, a saberse <i>Podocarpus macrostachys</i> (87), <i>Podocarpus oleifolius</i> (88) y <i>Podocarpus guatemalensis</i> (89), y una maderable introducida, la <i>P. harmsianus</i> (90). Estos árboles han carecido de un uso considerable por su poco atractivo a los ebanistas y costos de producción desfavorables respecto a otras especies de pinos foráneas (91), a excepción quizás del <i>Podocarpus oleifolius</i> (88). ▪ Familia <i>Podocarpaceae</i> - género <i>Retrophyllum</i>: una única especie de esta clasificación es la <i>R. rospigliossi</i> (92), utilizada principalmente en actividades relacionadas con la construcción de viviendas y con la elaboración de muebles (91). |
| Maderas duras | | | | |
| | X | Fresno | <i>Fraxinus americana</i> | La especie de fresno <i>Fraxinus americana</i> es de Norteamérica y no se encuentra en Colombia (81), pero si lo hacen otras dos de este mismo género de la familia <i>Oleaceae</i> , que son <i>F. chinensis</i> (93) y <i>F. uhdei</i> (94) (conocidas en Colombia como urapanes), ambas maderables e introducidas. |
| X | | Alamo | <i>Populus</i> | <i>Populus</i> es un género de la familia <i>Salicaceae</i> que hace presencia en Colombia con dos especies introducidas y maderables (que a pesar de que el ACGIH las estipula como maderas duras, por otro lado se consideran blandas): <i>P. nigra</i> (95), que a pesar de ser aprovechable es mínimamente usada en construcción, y <i>P. alba</i> (96), que si usa con mayor frecuencia en este sector. |
| X | | Roble | <i>Quercus</i> | El género <i>Quercus</i> posee en Colombia cuatro especies de las que tres son maderables. La más conocida y emblemática es <i>Q. humboldtii</i> (97) o roble rojo, que es endémica y muy empleada como materia prima en construcción y mobiliario. También se usan con este propósito <i>Q. shumardii</i> (98), que es también un roble rojo propio de Suramérica, y <i>Q. suber</i> (99), especie introducida. |

| Maderas tropicales | | | | |
|--------------------|---|--------------------------|---|---|
| X | | Abirucana | <i>Pouteria</i> | Género de la familia <i>Sapotaceae</i> con cinco especies nativas en Colombia denominadas comúnmente caimos, de las cuales solo una es bien conocida por usarse en construcción pesada, la <i>Pouteria lucuma</i> (100), mientras que <i>P. laurifolia</i> (101) tiene usos limitados en carpintería. |
| | X | Nogal de América central | <i>Juglans olanchana</i> | Aunque esta especie no está presente en Colombia (81), si hay dos del mismo género: <i>Juglans neotropica</i> (102), conocida como cedro nogal, nativa y muy empleada en ebanistería de alta calidad y pisos, y <i>J. nigra</i> (103), denominada comúnmente nogal negro, introducida y usada para mobiliario. |
| X | | -- | <i>Caesalpinia</i> | Esté género de la familia <i>Fabaceae</i> posee en Colombia diez especies, casi todas nativas, de las que dos son maderables (81). <i>Caesalpinia ebano</i> (93) conocida ampliamente como ébano y muy utilizada en construcción y <i>C. punctata</i> (104) también con el mismo uso. |
| | X | Umbila, palo de rosa. | <i>Pterocarpus angolensis</i> , <i>Pterocarpus indicus</i> . | El apéndice relaciona estas dos especies que, si bien no se hallan en Colombia, si tienen similares del mismo género, que también son de la familia <i>Fabaceae</i> . De estas tres especies, solo una es maderable (81), la <i>Pterocarpus rohrii</i> (105), conocida como sangre de gallo y aprovechada en el sector de la construcción de edificaciones para carpintería y elaboración de muebles. |
| | X | | <i>Terminalia superba</i> | Esta especie no localiza en Colombia pero si lo están dos del mismo género <i>Terminalia</i> (81), de las que una es maderable y nativa, muy empleada en construcción pesada para vigas, columnas y pisos, a la vez que en ebanistería para la fabricación de muebles, esta es la <i>Terminalia oblonga</i> (106), denominada comúnmente guayabón. |

* Nombre común otorgado en el Apéndice D "Especies de árboles comercialmente importantes sospechosos de inducir sensibilización".

Fuente: construcción propia con base en el *TLV Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices* (37).

Como medidas para controlar el desencadenamiento de enfermedades respiratorias por exposición a polvo de madera, la *GATISST de Asma ocupacional* sugiere adoptar la prevención de eliminar o sustituir parcialmente el agente etiológico (por ejemplo, utilizar maderas de especies diferentes al cedro rojo) (53). Son también recomendables controles adaptados a las condiciones de trabajo de los carpinteros y ebanistas que, al laborar en espacios cerrados y usar mínimamente u omitir protección personal, deben tener sistemas de ventilación y extracción apropiados, complementando con el fomento del uso de elementos de protección individual y la inclusión en el respectivo programa de vigilancia epidemiológica que incluya chequeos médicos pre-ocupacionales y periódicos (79).

4.2.5. Costos de las enfermedades respiratorias laborales

El diagnóstico, temprano o tardío, el tratamiento y la indemnización de las enfermedades laborales son, ciertamente, etapas de la atención sanitaria y jurídica que conllevan costos para las aseguradoras y el estado. La enfermedad en sí misma y la muerte son onerosos en la medida en que conllevan costos médicos directos, indirectos por pérdida de producción, costos de oportunidad y, menos evidentes, costos intangibles para el trabajador y su familia (107), asociados a una reducción de su bienestar y calidad de vida (7). Todo esto con el agravante de que el cuidado estatal es exiguo y destina pocos recursos a la mitigación de las consecuencias de los padecimientos de origen laboral y, más grave aún, a su prevención (107).

Es acá entonces cuando, desde la perspectiva económica, es acertado evaluar los proyectos e intervenciones preventivas, no solo porque su ausencia o deficiencia deriven potencialmente en la manifestación de enfermedades laborales, sino además porque los recursos humanos y materiales son escasos, deben asignarse con criterios de eficiencia y debido, a que por lo general, recaen sobre los empleadores (108).

A 2004, la *Organización Internacional del Trabajo* – OIT reportaba que los padecimientos ocupacionales y los accidentes relacionados con el trabajo tenían un balance en vidas perdidas de dos millones con un costo para la economía global de 1,4% del Producto Interno Bruto – PIB Global (107). La estimación de estos valores es difícil en cuanto debe abarcar los ya mencionados costos directos e indirectos; los primeros circunscriben “pagos por hospitalización, consulta médica y servicios relacionados, como el costo de la rehabilitación, hospitalización en casa y los seguros”, mientras que los últimos se remiten a la pérdida de productividad que a su vez incluye “la disminución del salario, pérdida de la capacidad adquisitiva por parte del hogar del trabajador afectado y la baja de productividad para el empleador” al tener este que contratar, entrenar y dotar a un trabajador que reemplace al enfermo durante su incapacidad o luego de su muerte (107).

Dentro de los grupos de enfermedades cuyos costos de atención se han estudiado con más detalle se encuentran las respiratorias, particularmente asma de origen laboral, EPOC, mesotelioma por exposición a asbesto y neumoconiosis, en especial silicosis (107), que son justamente las afecciones que más perjudican a la población del sector de construcción de edificaciones y lo cual representa una ventaja en avances de la valoración económica de la carga de estas sobre el gremio.

Pese a la ventaja en la disponibilidad de información sobre los costos de las patologías respiratorias laborales, son muchos más los inconvenientes que se presentan en el ejercicio de esta valoración económica, relacionados a continuación:

- ✓ La mayor parte de estudios económicos de valoración del daño por enfermedad se han adelantado en países industrializados; en los de habla hispana solo se hallan de proveniencia española, excluyendo a Latinoamérica en donde, de acuerdo a una revisión de tema realizada en Colombia en 2015, solo hay un análisis de costos para esta región de América de 2002, “situación que es preocupante, porque pareciera que el tema para la región no es prioritario” (107).

Estas restricciones o carencias de información técnica (suministrada multidisciplinariamente por estudios epidemiológicos, toxicológicos y de evaluación de riesgos) de la que deben partir los economistas o profesionales que realicen el ejercicio de valoración, los deja en una especie de limbo o incertidumbre, la cual es mayor para el área de salud laboral o enfermedades que para el área de seguridad o accidentes (108).

- ✓ Otro problema con el ámbito laboral es que “solo una pequeña fracción de las enfermedades causadas o agravadas por el trabajo se reconocen como tales” debido a que los sistemas sanitarios suponen, ante el hecho de que un padecimiento pueda tener un origen laboral o extralaboral (que es la mayoría de los casos), que la causa del evento es de origen común y no investigan más su etiología (109), generando “falsos negativos” que aparentan que el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo es eficiente en cuanto a la prevención y promoción de la salud y cargando los costos al sistema general de salud y no al de aseguramiento de riesgos profesionales.

Y es que hay dificultades en identificar y valorar monetariamente las consecuencias de una actividad productiva cuando estas no se encuentran diferenciadas contablemente o cuando están externalizadas, es decir asignadas o imputadas al trabajador y su familia o a otras instituciones, por lo general estas últimas estatales (108). Esto se debe a que la enfermedad, a diferencia del accidente, por tener un periodo de latencia y no ser inmediatas además de tener efectos crónicos y no agudos sobre el trabajador, favorece la externalización de los costos asociados a ellas a los ya mencionados actores, situación que también se genera cuando el trabajador está en situación de ilegalidad y/o descubierto del sistema de riesgos laborales (108), situación que ha sido históricamente común en el sector construcción de edificaciones y que apenas ha venido formalizando en los últimos años.

- ✓ Por otro lado, las enfermedades respiratorias ocupacionales son altamente influenciadas por factores extra-laborales que las pueden agravar o que pueden predisponer al individuo a su aparición, lo que hace que la evaluación económica se dificulte cuando hay multicausalidad y múltiples efectos (108). Como ya se había mencionado en la presente monografía, la contaminación atmosférica es un evento que trasciende las fronteras del ambiente de trabajo y se manifiesta de forma casi omnipresente en todos los entornos de la vida del trabajador. Sobre el tema de la contaminación del aire a nivel urbano también se han realizado estimativos económicos de sus consecuencias.

En Colombia se destaca el estudio de Larsen desarrollado en 2004 para el *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial* (7), que calculaba un aproximado de 1500 billones de pesos anuales en impactos financieros negativos de la contaminación atmosférica en las grandes ciudades, cifra de la cual el 65% se asociaba a la mortalidad y 35% a la morbilidad y que redundaba en perturbaciones de la salud pública de la población asentada en estas áreas por muertes prematuras (unas 6000 anuales), bronquitis crónica (7400 casos nuevos al año) y desordenes respiratorios, de los cuales la fracción trabajadora pone su cuota elevada en casos reportados.

Esta polución del aire es medida justamente como polvo, específicamente PM10 o inferiores, por ser el contaminante que tiene una asociación más fuerte con la manifestación de enfermedades respiratorias, con el limitante de son pocas las urbes que tienen un sistema de monitoreo de la calidad del aire. Las fuentes móviles como vehículos son una de los principales aportantes a los niveles de material particulado y el sector de construcción y demolición también contribuye, con una relación estimada de PM_{2,5}/ PM₁₀ de 0.15, lo que significa que con una mayor participación de material particulado menor a 10 micrómetros de diámetro (7).

- ✓ Las metodologías de evaluación económica son muy heterogéneas y presentan variaciones, en especial en cuanto a la forma de expresar las consecuencias de la materialización del riesgo: “unidades monetarias, físicas o perceptivas”; esto sumado a que la calidad de los análisis es baja (108). En la revisión bibliográfica de la presente monografía no se hallaron estándares de metodologías de estimación de costos de enfermedades laborales para Colombia.

Y es que cuando se elaboran planes de control de la calidad del aire, a nivel ambiental general y en el ámbito laboral a través del programa de vigilancia epidemiológica de enfermedades respiratorias, esta estimación de costos es quizás la parte más compleja por la dificultad de cuantificar cuánto valen los años perdidos por una enfermedad incapacitante, por los gastos médicos (diagnóstico, hospitalización, tratamiento e incluso cuidados paliativos) y, lo más importante para los empleadores, las horas de trabajo perdidas (110).

Todos las mencionadas complicaciones en el ejercicio del cálculo de los costos asociados a las enfermedades laborales, incluyendo las respiratorias, que se identificaron en la revisión bibliográfica del presente trabajo, deben ciertamente sortearse porque esta estimación es, en definitiva, necesaria para establecer un balance de costo – beneficio que justifique aún más, desde la perspectiva económica, ante los empleadores que la no adopción de medidas preventivas y correctivas trae efectos negativos en sus negocios y, más que eso, en la salud pública y de paso en la calidad ambiental (110).

5. Conclusiones

Se dedujo dentro del análisis legal que, para Colombia, es considerable la cantidad de normas jurídicas y técnicas relativas al ambiente y a la salud, convergentes en lo que ahora se denomina salud ambiental, y que han ido incrementándose desde la década de los años noventa. No obstante, pese a que ya es aceptado como principio que las condiciones ambientales (y dentro de estas la calidad del aire) son determinantes de la salud humana, algunas de las disposiciones legales aún se abordan de manera separada y, en especial, en cuanto a límites tolerables de contaminantes.

En el área ambiental, se halló todo un sistema estructurado en torno al recurso aire, que incluye instrumentos y ordenaciones y soportado en información de redes de monitoreo en los grandes centros urbanos del país, los niveles de concentración aceptable para muchos contaminantes como material particulado – MP en sus diferentes tamaños con límites propios para Colombia y los permisos de emisión para fuentes fijas y controles a fuentes móviles.

Para la salud, y específicamente al área laboral, la normatividad empezó a surgir con fuerza a partir del 2000 con regulaciones técnicas como las *Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia – GATISST para Neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis), Asma ocupacional y Cáncer de pulmón relacionado con el trabajo*, referentes a enfermedades respiratorias que tienen entre sus agentes principales al MP (que es el más reconocido de todos los contaminantes atmosféricos relacionados con las actividades de construcción de edificaciones), pero que presentan el limitante de que, aunque son adoptadas mediante resolución, su carácter es de recomendación más no de exigencia, como sí lo son las normas ambientales.

Esta diferencia se evidenció en algo tan sencillo como los valores límites permisibles, que no son propios sino adoptados principalmente de regulaciones extranjeras y que, si bien es cierto poseen todo el fundamento técnico, se van desfasando debido a los ajustes a los que deben someterse por duración de jornada laboral. Para el caso de los agentes biológicos de material particulado, se consideró que esta adopción de límites extranjeros es crítica pues el polvo de madera, producto de las actividades de carpintería y ebanistería, tiene efectos diferentes según la especie de árbol de la que provenga la madera. La *GATISST de Asma ocupacional* menciona apenas valores para cuatro especies, establecidos por la ACGIH, mientras que para las demás que se explotan en Colombia, bien sea nativas o introducidas, prácticamente no se hallaron referentes que permitan un análisis de mediciones de higiene ocupacional.

Se encontró, eso sí, que con el *Decreto 1447 de 2014*, que actualiza la tabla de enfermedades laborales, se dispone de un completo listado de patologías respiratorias y neoplasias en órganos del sistema respiratorio con sus respectivos códigos CIE-10 pero que para el sector económico de la construcción no son muy concretas en cuanto a los oficios con exposición a agentes químicos de MP, ya que suelen referirse a "trabajadores de la construcción", denominación que abarca labores tan diversas como movimiento de tierra y demolición hasta producción de concreto, mampostería y acabados, aunque las labores de soldadura y pintura si son mencionadas de manera puntual.

Para la identificación de las patologías respiratorias, tanto cancerosas como generales, se determinaron como primordiales las tres *GATISST* mencionadas y, en general, la literatura, guías de otros países y artículos de investigación en medicina laboral, que recomiendan actividades que pueden considerarse cronológicamente sucesivas y que son anamnesis, destacándose en esta el levantamiento de la historia clínica ocupacional; estudios de imagen, como radiografías y tomografías; pruebas pulmonares específicas, en especial espirometría, oximetría, tests de broncodilatación y broncoprovocación, elasticidad pulmonar y pruebas de esfuerzo y, finalmente, otras valoraciones como pruebas inmunológicas, estudios de sensibilización y detección de tóxicos.

Se concluyó que es completo y bien definido entonces el protocolo de diagnóstico pero, por otro lado, en Colombia se tiene la desventaja de que el sistema general de riesgos laborales y los sistemas de gestión en seguridad y salud en el trabajo de las empresas (en el escenario más optimista de que están si lo estén implementando), no son los suficientemente maduros como para avanzar hasta una detección precoz y oportuna de las enfermedades laborales respiratorias. Además, debido a que la construcción se tipificó como sector productivo con alta rotación de personal y en el que las empresas contratistas están aún formalizándose, los exámenes médicos ocupacionales solo suelen hacerse antes del ingreso del trabajador, pocas veces periódicamente y casi ninguna al momento del retiro, lo que afecta gravemente la continuidad en el seguimiento a las condiciones de salud del empleado.

En cuanto a la identificación de las materias primas empleadas en construcción y que generan material particulado, se notó que los procesos productivos están bien definidos y, por ende, también los productos que se emplean, los cuales tienen sus respectivas hojas de seguridad. En estas, la información de caracterización de los componentes de estos insumos es por lo general completa, además que relaciona valores límites permisibles y posibles enfermedades respiratorias por exposición a cada ingrediente. Sin embargo, se percibió que estos importantes datos carecen de utilidad debido a que aún no existe una regulación normativa definida en cuanto a la intervención del riesgo químico y las hojas no son usadas para la implementación de controles.

Los controles empleados se limitan, según lo apreciado para la mayoría de las constructoras, a la dotación de elementos de protección personal respiratorios, como tapabocas y mascarillas, pocas veces con filtros, pese a que en las *GATISST* es clara la recomendación de que estos cumplan con etiquetado de la NIOSH. Tampoco se apreció que haya un acompañamiento en el uso adecuado de estas protecciones, ya que se le entregan a los obreros pero no se les instruye en su uso adecuado, mantenimiento y oportuna reposición, lo que pone de manifiesto además, las debilidades en la inclusión de capacitaciones para la prevención de enfermedades laborales dentro de los planes de formación de las empresas.

Se halló que los controles administrativos y las intervenciones de ingeniería son difíciles de implementar en el sector de la construcción, ya que aspectos como el movimiento de los trabajadores de una obra a otra dentro de la misma constructora o con el contratista, la intensidad de la jornada laboral (por lo general con horas extra y labores el fin de semana) y la temporalidad de los proyectos constructivos y, dentro de estos, la gran variación en el ambiente de trabajo (que cambia incluso de una semana a otra), entorpecen la adopción de prácticas como, por ejemplo, reducción

del tiempo de exposición por trabajador y sistemas de extracción y atrapamiento de las partículas en el aire contaminado para labores de acabados y en interiores.

Se evidenciaron además, sumadas a los problemas en el manejo del riesgo de exposición a material particulado en el entorno ocupacional, dos circunstancias: la primera es el hecho de que la inhalación de partículas no es un acto que suceda solo en el trabajo sino además en el ámbito extralaboral, por lo cual, para que las actividades de prevención y promoción de un entorno de trabajo seguro y saludable sean realmente efectivas, debe existir una total articulación de los sistemas de riesgos laborales y salud pública, escenario que aún no existe en Colombia. Este sería el contexto ideal para enfrentar aspectos que claramente redundan en el agravamiento de enfermedades respiratorias de origen ocupacional, como es el caso de hábitos de vida y trabajo no saludables: tabaquismo, nutrición inadecuada, sedentarismo y otros.

La segunda circunstancia es que, debido a la inmediatez, severidad e indiscutible materialización del riesgo cuando se presentan accidentes de trabajo, los controles se priorizan hacia las condiciones de seguridad y, en el caso de la construcción de edificaciones, principalmente a las tareas de alto riesgo como alturas y espacios confinados (básicamente excavaciones), dejando la intervención de la enfermedad laboral relegada a un segundo plano, muchas veces ignorado completamente y más aún cuando las patologías respiratorias no son muy evidentes a la vista.

Paralelamente, se encontraron pocos ejercicios de valoración económica de los costos derivados de la atención de las patologías laborales en Latinoamérica y Colombia y que los costos de tratamiento y de compensación por incapacidades y pensiones se trasladan hacia el sistema general de salud debido a la ya mencionada dificultad en el diagnóstico y valoración de las patologías respiratorias con el derivado sub-registro de las mismas y calificación como de origen común.

La detección de las mencionadas ausencias y debilidades de investigaciones en áreas que van desde la higiene ocupacional y la medicina laboral, que permitan entender, por ejemplo, las dinámicas de los agentes contaminantes de material particulado de fuentes orgánicas con el sistema respiratorio de los trabajadores que los inhalan, hasta la estimación del impacto de la materialización del riesgo en la economía de las organizaciones y de los sistemas de salud general y laboral, es una oportunidad de mejora para que la academia aproveche el espacio que tiene dentro de la sociedad y forme profesionales de alto perfil y competencias específicas que puedan aportar a la identificación, comprensión y administración de los riesgos ocupacionales y ambientales, con un enfoque holístico y prevencionista.

6. Recomendaciones

Es considerable la cantidad y calidad de estudios de la incidencia del material particulado de origen químico en las enfermedades respiratorias laborales, tales como la sílice y el asbesto. No obstante, es necesaria la profundización en el conocimiento de las dinámicas de los agentes biológicos sobre estas patologías y la determinación de sus límites máximos permisibles. Dentro de dichos agentes es prioritario el estudio del polvo de la madera proveniente de especies de árboles explotadas en Colombia, puesto que esta es el insumo para la carpintería, actividad constructiva de apoyo para la obra gris, y para la ebanistería, una de las principales actividades de acabados en la construcción de edificaciones.

La identificación y la cuantificación del material particulado generado en las diferentes actividades durante todas las etapas de la construcción de una edificación son convenientes, ya que proporcionaría las bases técnicas para la propuesta de controles que intervengan la exposición a material particulado desde la fuente y el medio y no solo mediante la entrega de elementos de protección personal, siendo aconsejable que se otorgue la relevancia a las capacitaciones como medio de promoción del uso adecuado de estos y que se diseñen y adapten los controles de ingeniería al medio cambiante que caracteriza a dichas actividades

En esta misma línea, es preciso que la dotación de equipos de protección individual respiratorios sea una intervención que acate las propuestas de las *GATISST* de *Neumoconiosis*, *Cáncer de pulmón* y *Asma ocupacional* en cuanto a las especificaciones técnicas que estos deben cumplir para la retención del material particulado, en especial el de tipo PM2.5, antes de que ingrese a las vías respiratorias.

También es recomendable que se definan estrategias de abordaje de la enfermedad laboral que sean particulares para el sector construcción y sus características de temporalidad, y que permitan hacer seguimiento al estado de salud de los trabajadores, independientemente de que cambien de obra, empresa e, incluso, sector económico, con lo que se contribuiría al no traslado de los costos derivados de las actividades de prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad ocupacional desde el sistema de riesgos laborales al sistema general de salud.

Es indispensable que se considere la integración de las exposiciones intra y extra – laborales a los contaminantes de tipo material particulado al momento de estudiar su comportamiento en el organismo y desencadenamiento de efectos no deseables en el sistema respiratorio y cardiovascular, cuando se va a prevenir y regular dicha exposición en los entornos del sector de la construcción de edificaciones y, sobre todo, cuando se va a calificar el origen de las enfermedades.

Todas estas recomendaciones abren un amplio panorama en cuanto al gerenciamiento integral de los riesgos ocupacionales y ambientales fundamentado en el entendimiento de los fenómenos de interacción entre el contaminante atmosférico de material particulado y el trabajador que se expone a estos durante sus labores en el sector de la construcción de edificaciones y que redundan en enfermedades laborales deteriorando la calidad de vida del empleado y de su familia y afectando

implícitamente los recursos financieros y técnicos del sistema de riesgos laborales y del sistema general de salud . Pero, como bien dice la premisa “No se controla lo que no se conoce y lo que no se mide”, es vital que la academia abra la puerta a este enfoque mediante dos herramientas: la generación de conocimiento que logre traducirse en una identificación oportuna y una intervención acertada del riesgo y la formación permanente de profesionales que desde el abordaje técnico suministren la línea base de la que los gerentes de la seguridad y la salud en el trabajo puedan asirse para propender por el cuidado de la salud de la población laboral de este importante gremio de la economía.

7. Referencias Bibliográficas

1. Ballester Díez F, Lacasaña Navarro M, Valcárcel Rivera Y. Epidemiología ambiental. En: Álvarez-Dardet Díaz C, Benavides FG, Bolúmar Montrull F, Delgado Rodríguez M, Gil de Miguel Á, Hernández Aguado I, et al., editores. Manual de epidemiología y salud pública: para grados en ciencias de la salud. Madrid: Médica Panamericana; 2011. p. 229-33.
2. Romieu I. La contaminación del aire. En: Kjellström T, Yassi A, editores. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo [Internet]. 4.ª ed. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 2001 [citado 28 de enero de 2017]. p. 53.11-53.14. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/53.pdf>
3. Ballester Díez F, Boldo Pascua E. Contaminación atmosférica y salud. En: Álvarez-Dardet Díaz C, Benavides FG, Bolúmar Montrull F, Delgado Rodríguez M, Gil de Miguel Á, Hernández Aguado I, et al., editores. Manual de epidemiología y salud pública: para grados en ciencias de la salud. Madrid: Médica Panamericana; 2011. p. 235-9.
4. Hernández Flórez LJ, Aristizábal Duque G. Contaminación ambiental y enfermedad respiratoria. En: Malagón-Londoño G, Moncayo Medina Á, editores. Salud pública: perspectivas. Segunda. Bogotá: Editorial Médica Internacional; 2011. p. 278-89.
5. Herrera Torres AM, Echeverri Londoño CA, Maya Vasco GJ, Ordóñez Molina JE. Patologías respiratorias en niños preescolares y su relación con la concentración de contaminantes en el aire en la ciudad de Medellín (Colombia). Revista Ingenierías Universidad de Medellín [Internet]. 2011 [citado 17 de septiembre de 2016];10(19). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v10n19/v10n19a03.pdf>
6. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Transporte, Ministerio de la Protección Social, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Departamento Nacional de Planeación, et al. Documento Conpes 3550 - Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad del aire, calidad del agua y seguridad química. [Internet]. nov 24, 2008 p. 54. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3550.pdf>
7. Larsen B. Cost of environmental damage: A socio-economic and environmental health risk assessment. [Internet]. 2004 [citado 12 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/texcom/cd050996/larsen.pdf>
8. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral basada en la evidencia para neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis). [Internet]. Primera. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2007. 137 p. Disponible en:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/guia-atencion-integral-neumoconiosis.pdf>

9. Ruiz Frutos C, García AM. Enfermedades laborales. En: Benavides FG, Delclós J, García AM, Ronda E, Ruiz Frutos C, editores. Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Cuarta. Barcelona: Elsevier Masson; 2014. p. 249-58.
10. Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Cámara Colombiana de la Construcción - CAMACOL. Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia. [Internet]. Primera. Bogotá; 2015 [citado 3 de octubre de 2016]. 244 p. Disponible en: <http://www.camacol.co/sites/default/files/proyecto-de-investigacion-del-sector-de-la-construccion-de-edificaciones-en-Colombia.pdf>
11. Weeks JL. Riesgos de salud y seguridad en el sector de la construcción. En: Weeks JL, Seegal JL, Ringen K, editores. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo [Internet]. 4.ª ed. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 2001 [citado 28 de enero de 2017]. p. 93.2-93.9. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/93.pdf>
12. Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 948 de 1995 [Internet]. jun 5, 1995 p. 45. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1479>
13. República de Colombia. Decreto Ley 2811 de 1974 [Internet]. dic 18, 1974 p. 69. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>
14. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015 [Internet]. may 26, 2015 p. 654. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62511>
15. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Transporte, Ministerio de la Protección Social, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Departamento Nacional de Planeación. Documento Conpes 3344 - Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire. [Internet]. mar 14, 2005 p. 30. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2005/Conpes_3344_2005.pdf
16. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, editor. Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2007-2010 [Internet]. Primera. Bogotá: IDEAM; 2012. 291 p. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022433/CALIDADDELAIREWEB.pdf>
17. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de prevención y control de la contaminación del aire. [Internet]. 2010 p. 48. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%A4Ccas_de_la_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica_de_Prevenci%C3%B3n_y_Control_de_la_Contaminaci%C3%B3n_del_Aire.pdf

18. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 601 de 2006 [Internet]. ago 6, 2010 p. 13. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19983>
19. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 610 de 2010 [Internet]. mar 24, 2010 p. 8. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39330>
20. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire - Manual de diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire. [Internet]. 2008. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion_atmosferica/Protocolo_Calidad_del_Aire_-_Manual_Dise%C3%B1o.pdf
21. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, K-2 Ingeniería. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire - Manual de operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire. [Internet]. 2008. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Protocolo+para+el+Monitoreo+y+seguimiento+de+la+calidad+del+aire.pdf/6b2f53c8-6a8d-4f3d-b210-011a45f3ee88>
22. Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, et al. Decreto 2972 de 2010 [Internet]. ago 6, 2010. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40128>
23. Ministerio de Salud y Protección social, Gómez Bustos IJ. Documento técnico de avances de la Política Integral de Salud Ambiental, el CONPES 3550/ 2008 y los Consejos Territoriales de Salud Ambiental - COTSA. [Internet]. 2014. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/documento-tecnico-avance-pisa.pdf>
24. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2844 de 2007 [Internet]. ago 16, 2007 p. 2. Disponible en: http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minproteccion_2844_2007.htm
25. Ministerio de la Protección Social. Resolución 1013 de 2008 [Internet]. mar 25, 2008 p. 3. Disponible en: http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minproteccion_1013_2008.htm
26. Ministerio de Salud y Protección social. Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021: La salud en Colombia la construyes tú. [Internet]. may 28, 2013 p. 237. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20Decenal%20-%20Documento%20en%20consulta%20para%20aprobaci%C3%B3n.pdf>
27. Ministerio del Trabajo. Decreto 1072 de 2015 [Internet]. may 26, 2015 p. 326. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62506>

28. Organización de Naciones Unidas. Objetivo 3 «Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades». [Internet]. Objetivos de Desarrollo Sostenible. [citado 10 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
29. Ministerio de Salud y Protección social. Decreto 1477 de 2014 [Internet]. ago 5, 2014 p. 109. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=58849>
30. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Transporte, Ministerio del Interior y de Justicia. Decreto 926 de 2010 [Internet]. mar 19, 2010 p. 3. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39255>
31. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Transporte, Ministerio del Interior y de Justicia. Decreto 092 de 2011 [Internet]. ene 17, 2011 p. 2. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41340#0>
32. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Norma Sismo Resistente NSR-10, Título A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente [Internet]. mar 19, 2010 p. 175. Disponible en: <http://www.scg.org.co/titulo-a-nsr-10-decreto%20final-2010-01-13.pdf>
33. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Norma Sismo Resistente NSR-10, Título K - Requisitos complementarios [Internet]. mar 19, 2010 p. 72. Disponible en: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/11titulo-k-nsr-100.pdf>
34. Argos. Hoja de datos de seguridad - cemento Portland. [Internet]. 2012 [citado 28 de noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.argos.co/Media/USA/Page/sds/Argos-Portland-Cement-Safety-Data-Sheets-Spanish.pdf>
35. Gutiérrez de López L. El concreto y otros materiales para la construcción. [Internet]. Segunda. Manizales: Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales; 2003 [citado 16 de enero de 2016]. 232 p. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/>
36. Méndez Vargas MM, Báez Revueltas FB, López Rojas P, Tovalín Ahumada JH, Zamudio Lara JO, Marín Cotoñieto IA, et al. Silicosis and industrial bronchitis by exposure to silica powders and cement. Rev Medica IMSS. julio de 2013;51(4):384.
37. American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH. Apéndice D - Especies de árboles comercialmente importantes sospechosos de inducir sensibilización. En: Asociación Mexicana de Higiene Industrial, editor. 2014 TLVs and BEIs: based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. 10/2014. México D.F.; 2014. p. 78-9.
38. Occupational Safety and Health Administration of the United States Department of Labor. OSHA Annotated PELs | Occupational Safety and Health Administration. [Internet]. Permissible Exposure Limits – Annotated Tables. 2016 [citado 30 de noviembre de 2016]. Disponible en: <https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/index.html>

39. Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales de España - Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención - NTP 731: Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (I): aspectos generales. [Internet]. Antonio Martí Valencia, editor. [citado 1 de diciembre de 2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_731.pdf
40. Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales de España - Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención - NTP 583: Evaluación de la exposición laboral a agentes químicos. Norma UNE-EN.482 y relacionadas. [Internet]. Xavier Guardino Solá, editor. [citado 1 de diciembre de 2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_583.pdf
41. Cárdenas Santana D. Chorro de arena o sandblasting. [Internet]. 360° en concreto. 2011 [citado 20 de enero de 2017]. Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/chorro-de-arena-o-sandblasting/>
42. Tibbetts J. Building a Safer Industry. Environ Health Perspect. marzo de 2002;110(3):A134-41.
43. Lehigh White Cement Company. Hoja de datos de seguridad - arena y grava. [Internet]. 2015 [citado 12 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.lehighwhitecement.com/support/Documents/SDS%20LWCC%20Sand%20and%20Gravel%20Spanish.pdf>
44. Materiales Livianos Coss y León, S.A. Panel de yeso. [Internet]. 2006 [citado 19 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.materialeslivianos.com.mx/productos/paneldeyeso.php>
45. Colaboradores de Wikipedia. Cartón yeso. [Internet]. Wikipedia, la enciclopedia libre. 2016 [citado 19 de enero de 2017]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cart%C3%B3n_yeso&oldid=93131417
46. Construtek. Manual de instalación de dry-wall. [Internet]. Construtek, sistemas constructivos modernos. [citado 20 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.construtek.com.pe/portfolio/manual-instalacion-drywall/>
47. Lafarge North America Inc. Hoja de datos de seguridad - cartón yeso. [Internet]. 2011 [citado 12 de diciembre de 2016]. Disponible en: http://www.lafarge-na.com/Microsoft_Word_-_Drywall_MSDS_SP_2014.pdf
48. Colaboradores de Wikipedia. Mica. [Internet]. Wikipedia, la enciclopedia libre. 2016 [citado 23 de enero de 2017]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Mica>
49. New Jersey Department of Health and Senior services. Hoja informativa sobre sustancias peligrosas - mica. [Internet]. 2002 [citado 23 de enero de 2017]. Disponible en: <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1659sp.pdf>

50. ScienceLab. Hoja de datos de seguridad - mica. [Internet]. 2013 [citado 23 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9926119>
51. Materiales Livianos Coss y León, S.A. Hoja de datos de seguridad - panel yeso. [Internet]. 2011 [citado 19 de enero de 2017]. Disponible en: http://panelrey.com/sites/default/files/01%20%28MSDS%29%20Panel%20de%20Yeso%20STD_%20CLR_FLEX_LR.pdf
52. Casas Maldonado F, Cabello Salas MR, García Martínez EG. Neumología laboral (I). Las enfermedades pulmonares ocupacionales: etiopatogenia, clasificación y diagnóstico. En: Gil Hernández F, editor. Tratado de medicina del trabajo Aspectos médicos de interés en salud laboral. Segunda. Barcelona: Elsevier Masson; 2011. p. 501-13.
53. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para asma ocupacional (GATISO-ASMA). [Internet]. Primera. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2008 [citado 11 de noviembre de 2015]. 157 p. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/gatiso-asma.pdf>
54. Gallardo Medina M, Pérez Sánchez E. Neumología laboral (II). Neumoconiosis. Enfermedad pulmonar producida por gases tóxicos, humos y aerosoles inhalados. Neumonitis por hipersensibilidad. Síndrome del edificio enfermo. En: Gil Hernández F, editor. Tratado de medicina del trabajo Volumen II Aspectos médicos de interés en salud laboral. Segunda. Barcelona: Elsevier Masson; 2011. p. 515-33.
55. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para cáncer de pulmón relacionado con el trabajo (GATISO-CAP). [Internet]. Primera. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2008. 158 p. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/gatiso-cancer-pulmon.pdf>
56. Cassini Gómez de Cádiz LF, Navascuéz Martínez E. Neumología laboral (III). Neoplasias pleuropulmonares. Infecciones respiratorias. Asma y EPOC ocupacional. En: Gil Hernández F, editor. Tratado de medicina del trabajo Volumen II Aspectos médicos de interés en salud laboral. Segunda. Barcelona: Elsevier Masson; 2011. p. 535-52.
57. Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Cancerología. Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC, de interés ocupacional para Colombia. [Internet]. Bogotá; 2006 [citado 28 de diciembre de 2016]. 96 p. Disponible en: http://www.cancer.gov.co/files/libros/archivos/86632fdafa996b9db6300ef143894d6d_Manual%20Agentes%20carcin%C3%B3genos.pdf
58. Liss GM, Petsonk EL, Linch KD. The construction industry. En: Tarlo SM, Cullinan P, Nemery B, editores. Occupational and environmental lung diseases: diseases from work, home, outdoor and other exposures. 1.ª ed. Hoboken, NJ: Wiley; 2010. p. 273-89.
59. Echegoyen Carmona R, Rivera Rosales RM. Asbestosis y mesotelioma pleural maligno. Rev Fac Med UNAM. 30 de abril de 2013;56(2):5.

60. Gea-Izquierdo E. Mesotelioma pleural y exposición al amianto en España. *Rev Cuba Investig Bioméd.* 2016;35(1):1.
61. Escobar Agudelo SP, de la Cuesta Herrera S, Gómez Correa N, Gómez Ramírez MC, Maya Montoya J, Ramos Zapata S, et al. Asbestosis: epidemiología, prevención y tratamiento. *Rev CES Salud Pública.* 30 de julio de 2012;3(2):251.
62. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene - INSHT. Gobierno de España., Cebollero Rivas P, Iridoy Zulet A. Enfermedades profesionales de naturaleza respiratoria: cáncer de pulmón. Directrices para la decisión clínica en enfermedades profesionales. [Internet]. Servicio de Ediciones y Publicaciones del INSHT; 2015 [citado 30 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/DDC%20RES-02.pdf>
63. Pérez Guzmán C, Vargas MH, Torre Bouscoulet L. Mesotelioma pleural. *Rev Medica IMSS.* septiembre de 2008;46(5):561.
64. Lacour A, Pintos J, Lavoué J, Richardson L, Siemiatycki J, Lacourt A. Lung cancer risk among workers in the construction industry: results from two case-control studies in Montreal. *BMC Public Health.* 23 de septiembre de 2015;15(1):1.
65. Tarlo SM, Cullinan P. Introduction. En: Tarlo SM, Cullinan P, Nemery B, editores. *Occupational and environmental lung diseases: diseases from work, home, outdoor and other exposures.* 1.ª ed. Hoboken, NJ: Wiley; 2010. p. 1-10.
66. Ministerio de Salud y Protección social, Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación– Colciencias. Guía de Práctica Clínica para para la detección temprana, diagnóstico, estadificación y tratamiento del cáncer de pulmón. Guía para profesionales de la salud. [Internet]. Bogotá; 2014 [citado 28 de diciembre de 2016]. 112 p. Disponible en: <http://www.cancer.gov.co/Gu%C3%ADas-y-Protocolos/Gu%C3%ADas-de-Practica-clinica/Pulmon-Gu%C3%ADa-profesionales.pdf>
67. Knut R, Dement J, Welch L, Dong XS, Bingham E, Quinn PS. Risks of a lifetime in construction. Part II: Chronic occupational diseases. *Am J Ind Med.* 1 de noviembre de 2014;57(11):1235-1235-45.
68. Castro Osorio CE, Infante Perilla LA. EPOC ocupacional, una revisión narrativa. *Rev Colomb Salud Ocupacional.* 2015;5(1):27-35.
69. Kraïm-Leleu M, Lesage F-X, Drame M, Lebargy F, Deschamps F. Occupational risk factors for COPD: a case-control study. *PLoS ONE.* 8 de marzo de 2016;11(8):1.
70. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene - INSHT. Gobierno de España., González Barcala FJ, Conde Taboada A, Pintos García M. Enfermedades profesionales de naturaleza respiratoria: asma y rino-conjuntivitis profesional y relacionada con el trabajo. Directrices para la decisión clínica en enfermedades profesionales. [Internet]. Servicio de Ediciones y Publicaciones del

INSHT; 2015 [citado 30 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/DDC%20RES-01.pdf>

71. Boschetto P, Quintavalle S, Miotto D, Cascio NL, Zeni E, Mapp CE. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and occupational exposures. *J Occup Med Toxicol.* 2006;1:11.
72. Ministerio de Salud - Chile., Bernales C. B, Devivo A. K, Moreno R. MA, Suárez Y. S, Solís V. R. Guía técnica para la prevención de la silicosis. [Internet]. Departamento de Salud Ocupacional, Ministerio de Salud de Chile; 2009 [citado 6 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.juntoscontralasilicosis.cl/wp-content/uploads/2012/09/GuiasTecnicasParaLaPrevencionDeLaSilicosis.pdf>
73. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene - INSHT. Gobierno de España., Martínez González C, Guzmán Taveras R. Enfermedades profesionales de naturaleza respiratoria: neumoconiosis malignas. Directrices para la decisión clínica en enfermedades profesionales. [Internet]. Servicio de Ediciones y Publicaciones del INSHT; 2015 [citado 3 de enero de 2017]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/MEDICINA%20Y%20ENFERMERIA%20DEL%20TRABAJO/2014%202012%20%20Directrices%20para%20la%20toma%20de%20decisiones/2014/DDC%20RES-05.pdf>
74. Sauvé J-F. Historical and emerging workplaces affected by silica exposure since the 1930 Johannesburg conference on silicosis, with special reference to construction. *Am J Ind Med.* 1 de noviembre de 2015;58 Suppl 1:S67-S67-71.
75. López Rojas P, Nava Larraguivel R, Salinas Tovar S, Santos Celis R, Marín Cotoñieto IA, Méndez Vargas MM. Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvos inorgánicos. *Rev Medica IMSS.* marzo de 2008;46(2):163.
76. Méndez Vargas MM, Soto de la Fuente AE, Soto Vera EA, Leo Méndez R. Acute silicosis. An infrequent pneumoconiosis. *Rev Medica IMSS.* 2015;53(4):524.
77. Svanes Ø, Skorge TD, Johannessen A, Bertelsen RJ, Bråtveit M, Forsberg B, et al. Respiratory health in cleaners in Northern Europe: is susceptibility established in early life? *PLoS ONE.* 13 de julio de 2015;10(7):1.
78. Pérez-Ríos M, Ruano-Ravina A, Etmnan M, Takkouche B. A meta-analysis on wood dust exposure and risk of asthma. *Allergy.* abril de 2014;65(4):467.
79. Mohan M, Aprajita, Panwar NK. Effect of wood dust on respiratory health status of carpenters. *J Clin Diagn Res.* agosto de 2013;7(8):1589.
80. Torén K. Wood and textile industries. En: Tarlo SM, Cullinan P, editores. *Occupational and environmental lung diseases: diseases from work, home, outdoor and other exposures.* 1.^a ed. Hoboken, NJ: Wiley; 2010. p. 223-6.

81. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/>
82. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Norma Sismo Resistente NSR-10, Título G - Estructuras de madera y estructuras de guadua. [Internet]. mar 19, 2010 p. 168. Disponible en: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/7titulo-g-nsr-100.pdf>
83. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Pinus sylvestris* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2009 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/2147>
84. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Pinus pinea* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2012 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/2379>
85. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Pinus caribaea* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2015 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/5370>
86. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Pinus montezumae* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2009 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1901>
87. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Podocarpus macrostachys* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2011 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/3751>
88. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Cárdenas López D, Salinas NR, López Camacho R, Montero I, García N, et al. *Podocarpus oleifolius* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2007 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/270>
89. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Podocarpus guatemalensis* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2008 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1716>
90. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Podocarpus harmsianus* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2011 [citado 9 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/3750>
91. Rojas Gutiérrez AM. Pinos colombianos: ocho nativos en peligro. *El mueble y la madera*. marzo de 2009;63:18-24.

92. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Retrophyllum rospigliosii* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2009 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1397>
93. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Caesalpinia ebano* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. Gubernamental. 2009 [citado 11 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1354>
94. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Fraxinus uhdei* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2008 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1593>
95. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Populus nigra* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2009 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/2382>
96. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Populus alba* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2008 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1873>
97. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Cárdenas López D, Salinas NR, García N, Sua S, Montero I, et al. *Quercus humboldtii* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2007 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/253>
98. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Cárdenas López D, Salinas NR, García N, Sua S, Montero I, et al. *Quercus shumardii* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2008 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1880>
99. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Quercus suber* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2008 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1874>
100. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Pouteria lucuma* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2011 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/3737>
101. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Pouteria laurifolia* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2011 [citado 10 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/3736>
102. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Cárdenas López D, Salinas NR, García N, Sua S, Montero I, et al. *Juglans neotropica* - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2009 [citado 11 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/155>

103. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Juglans nigra - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2009 [citado 11 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/1985>
104. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Caesalpinia punctata - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. Gubernamental. 2009 [citado 11 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/2398>
105. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Pterocarpus rohrii - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2015 [citado 11 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/5120>
106. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Terminalia oblonga - Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. [Internet]. 2009 [citado 11 de enero de 2017]. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/2206>
107. Riaño-Casallas MI, Palencia-Sánchez F. Los costos de la enfermedad laboral: revisión de literatura. Rev Fac Nac Salud Pública. mayo de 2015;33(2):218.
108. Olavarri R. Economía de la prevención: costos y beneficios de la prevención en la empresa. En: Benavides FG, Delclós J, García AM, Ronda E, Ruiz Frutos C, editores. Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Cuarta. Barcelona: Elsevier Masson; 2014. p. 161-77.
109. Castellá JL, Castejón E. Aseguramiento y prevención de los riesgos laborales. En: Benavides FG, Delclós J, García AM, Ronda E, Ruiz-Frutos C, editores. Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Cuarta. Barcelona: Elsevier Masson; 2014. p. 87-97.
110. Schwela D, Goelzer B. Gestión de la contaminación atmosférica. En: Maystre LY, Spiegel J, editores. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo [Internet]. 4.^a ed. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 2001 [citado 28 de enero de 2017]. p. 55.3-55.8. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/55.pdf>