



La vivienda y el agua
son de todos

Minvivienda



Análisis de impacto normativo

Etapa de análisis de alternativas



Susana Correa Borrero
Ministra de Vivienda, Ciudad y Territorio

José Luis Acero Vergel
Viceministro de Agua y Saneamiento Básico

Diana del Carmen Sandoval Aramburo
Directora de Política y Regulación (e)

Jimmy Arnulfo Leguizamón Pérez
Coordinador de Política Sectorial

Jorge Luis Estupiñán
David García Tellez
Maria Juliana González
Jorge Luis Montes
Reglamentación Técnica RAS



Análisis de Impacto Normativo

Para la definición de los límites máximos de plomo y otras sustancias químicas, y el establecimiento de los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, de uso sanitario y de aguas lluvias, e hidrosanitarios al interior de las edificaciones, en virtud de su composición química, información técnica, etiquetado, resistencia de materiales y control de lixiviación.

(EX ANTE – COMPLETO)

ETAPA 4 - ALTERNATIVAS

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO

Viceministerio de agua y saneamiento básico

Dirección de política y regulación

Grupo de política sectorial

Equipo de reglamentación técnica de agua y saneamiento básico - RAS

BOGOTÁ, D.C.

2022



TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	6
1. CONTEXTO Y ANTECEDENTES	9
1.1. CONTEXTO.....	9
1.2. ANTECEDENTES.	15
1.2.1. Antecedentes internacionales.....	15
1.2.2. Antecedentes Nacionales	17
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	26
2.1. ÁRBOL DE PROBLEMAS	32
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA.....	33
2.2.1 Regulación técnica no vinculante que determine los límites máximos permisibles de plomo y otras sustancias químicas en tubos y accesorios de agua y saneamiento.	33
2.2.2 Deficiente vigilancia y control a insumos y procesos necesarios para la fabricación de tuberías y accesorios para agua y saneamiento.....	36
2.2.3. Baja disponibilidad de información de sustancias potencialmente contaminantes presentes en los materiales de fabricación de las tuberías y accesorios a utilizar en los sistemas de agua potable, recolección y transporte de aguas lluvias y residuales.	38
2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA.....	39
2.3.1. Lixiviación de sustancias químicas de los materiales de las tuberías y accesorios utilizados en el sistema de agua potable	40
2.3.2. Riesgo a la salud de las personas por exposición al plomo y otras sustancias químicas contenidas en tuberías y accesorios por encima de los valores límites aceptables.	43
2.3.3. Deterioro de las tuberías de acueducto y alcantarillado por el contacto con sustancias químicas agresivas presentes en aguas residuales y en el suelo.....	46
2.4. NECESIDAD DE INTERVENCIÓN	49



3. ACTORES INVOLUCRADOS.....	50
4. OBJETIVOS.....	52
5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	55
5.1. ALTERNATIVA 1: EXPEDICIÓN DE UN REGLAMENTO TÉCNICO.....	55
5.2. ALTERNATIVA 2: MODIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 501 DE 2017	58
5.3. ALTERNATIVA 3: NO INTERVENCIÓN (STATU QUO)	61
6. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	62
6.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	63
6.2. PONDERACIÓN DE CRITERIOS.....	63
6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	64
Bibliografía.....	67
ANEXO 1.....	70

Texto en elaboración



INTRODUCCIÓN

En los albores del tercer milenio, ante los desafíos ecológicos y la intensificación de las desigualdades sociales y económicas, el Estado, como cabeza legítima de las sociedades modernas, está llamado a redefinir su relación entre la economía, la sociedad y la naturaleza. Por ello, tener en cuenta las dimensiones social y ecológica en la producción, el consumo y la gestión de las actividades económicas se está convirtiendo en un reto importante para todos los agentes implicados en los territorios.

En este sentido, el esfuerzo de los gobiernos de turno ha sido fundamental de cara a generar una adecuada plataforma regulatoria en aquellas áreas donde existen vacíos que conllevan a fallas en las distintas dimensiones del mercado, que permitan fortalecer las acciones de vigilancia y de control.

Los servicios públicos, según lo dispone la Constitución Política de 1991, son inherentes a la finalidad social del estado, en este sentido, el artículo 365 dispuso que, estarían sujetos a un régimen jurídico especial, contenido en la Ley 142 de 1994 y que el estado mantendría la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios.

En concordancia, el artículo 78 de la Constitución Política dispone que: *"La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios [...]"*.

Así las cosas, el numeral 3 del artículo 59 de la Ley 489 de 1998 señala en relación con las funciones de los ministerios y departamentos administrativos, lo siguiente:

"Artículo 59.- Funciones. Corresponde a los ministerios y departamentos administrativos, sin perjuicio de lo dispuesto en sus actos de creación o en leyes especiales: [...]"

3. Cumplir con las funciones y atender los servicios que les están asignados y dictar, en desarrollo de la ley y de los decretos respectivos, las normas necesarias para tal efecto".

En este contexto, el numeral 67.1 del artículo 67, *Funciones de los ministerios en relación con los servicios públicos*, y el numeral 162.9 del artículo 162, *Funciones del*



ministerio de desarrollo, y del viceministerio de vivienda, desarrollo urbano y agua potable (hoy Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), de la Ley 142 de 1994 establecen que, es función del Ministerio en relación con los servicios públicos: "Señalar los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las empresas de servicios públicos del sector, cuando la comisión respectiva haya resuelto por vía general que ese señalamiento es realmente necesario para garantizar la calidad del servicio, y que no implica restricción indebida a la competencia".

En consecuencia, el numeral 15 del Decreto 3571 de 2011, modificado por el artículo 2 del Decreto 1604 de 2020 dispuso:

"ARTÍCULO 2. Funciones. Además de las funciones definidas en la Constitución Política y en el artículo 59 de la Ley 489 de 1998 y en las demás leyes, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio cumplirá, las siguientes funciones: [...]

15. Definir los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilizan las empresas, cuando la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico haya resuelto por vía general que ese señalamiento es necesario para garantizar la calidad del servicio de agua potable y saneamiento básico y que no implica restricción indebida a la competencia".

Adicionalmente, el artículo 2.2.1.7.1.7. del Decreto 1074 de 2015 -Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, define el **Reglamento técnico** como el "Documento en el que se establecen las características de un producto o los procesos y métodos de producción con ellas relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria. También puede incluir disposiciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción o tratar exclusivamente de ellas".

En el 2014, el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) expidió el documento 3816 «Mejora normativa: análisis e impacto», con el fin de sentar las bases para la implementación de esta metodología para la regulación expedida por la Rama Ejecutiva del orden nacional. El objetivo principal de este documento CONPES es definir las bases para institucionalizar el Análisis de Impacto Normativo (AIN) de manera anticipada a la expedición de ciertos instrumentos normativos, entre ellos los reglamentos técnicos.



La conclusión de este documento es la definición del AIN como una herramienta fundamental para ayudar a los gobiernos a diseñar políticas eficientes y de calidad en materia de reglamentación técnica para suministrar evidencia que soporte la intervención gubernamental en la economía y en la sociedad; se aterriza una herramienta que garantiza la alternativa más beneficiosa en términos económicos, sociales y ambientales.

Así las cosas, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), a través de la Dirección de Política y Regulación del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, ha desarrollado el Análisis de Impacto Normativo del Reglamento de Tuberías, para ajustarlo, a partir de la incorporación de nuevas normas técnicas nacionales e internacionales y de los materiales utilizados en sistemas de acueducto y alcantarillado, así como la incorporación de nuevas tecnologías de instalación y de ampliación del alcance para instalaciones hidrosanitarias.

En este sentido, se requiere expedir los requisitos y la información técnica que deben cumplir las tuberías y accesorios que se utilizan en los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, combinado y de aguas lluvias. Esta reglamentación, también debe involucrar las instalaciones hidrosanitarias al interior de las edificaciones, los procesos de lixiviación y ensayos de resistencia química de los materiales; o, en su defecto, establecer medidas que permitan definir dichos límites para, además, ir en consonancia con las disposiciones de la Ley 2041 de 2020¹ y de los impactos negativos en la salud de las personas.

Así las cosas, el presente documento se convierte en un instrumento a través del cual los diferentes actores involucrados, en cabeza del MVCT, robustezcan lo establecido en la Resolución 501 del 2017², la cual, a nivel de antecedente técnico sectorial, podría convertirse en un reglamento técnico con el fin de dar cumplimiento a los lineamientos establecidos en la Ley 2041 del 2020.

¹ Por medio de la cual se garantiza el derecho de las personas a desarrollarse física e intelectualmente en un ambiente libre de plomo, fijando límites para su contenido en productos comercializados en el país y se dictan otras disposiciones

² Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas



No obstante, con base en la evidencia y el análisis del marco lógico, se podrá definir la pertinencia de expedir un reglamento técnico o definir alguna otra alternativa de solución reglamentaria.

Por lo tanto, el presente Análisis de Impacto Normativo tiene en cuenta la información recopilada por este Ministerio y los aportes realizados por diferentes actores que remitieron observaciones y documentación, durante el proceso inicial de participación ciudadana realizado en el mes de abril de 2022, con el objetivo de brindar los elementos necesarios que permitan establecer las causas y efectos del problema, plantear alternativas de solución, generar conclusiones basadas en evidencia y plantear recomendaciones a los diversos actores que intervienen en la cadena de valor.

1. CONTEXTO Y ANTECEDENTES

1.1. CONTEXTO

Las tuberías y los accesorios que conlleva esta estructura son conductos y componentes prefabricados o contruidos *in situ* para transportar el agua potable, las aguas residuales y las aguas lluvias. Se trata de sistemas que conciben desde los sistemas de captación, aducción, almacenamiento, tratamiento, distribución, depuración y vertimientos; hasta los puntos de uso o de consumo dentro de las edificaciones.

Se ofertan en diferentes diámetros, longitudes y materiales, y requieren unirse o complementarse a través de otros accesorios: codos, tes, yes, juntas, uniones, empaques, válvulas, sensores, bombas, tanques, medidores, mangueras, griferías, sellado de juntas y otros productos en línea para el control de las aguas.

Siguiendo la línea que sugiere Iain Naismith (2017) en *Study on materials in contact with drinking water*, en efecto, las tuberías y los accesorios permiten garantizar un uso doméstico, comercial e industrial de soluciones de agua y saneamiento. Sugiere que, si bien son claves como mecanismos que crean los medios de cercanía y acceso, es imprescindible comprender los elementos que componen cada uno de los objetos en cuestión porque son los que están en contacto con el agua. Así, pues, pueden estar fabricados a partir de materiales metálicos, orgánicos y cementicos. Por lo tanto,



resulta pertinente entrar a definir las dichas composiciones de fabricación de los elementos a fin de establecer un marco común.

En primer lugar, los materiales orgánicos se utilizan en la fabricación de tuberías, accesorios y revestimientos, tanques de almacenamiento y productos de reparación de tuberías y accesorios. Entre los materiales se incluyen: las tuberías de plásticos, cauchos, siliconas, revestimientos y lubricantes. La composición para el proceso de fabricación puede incluir una amplia gama de sustancias, como aditivos para la polimerización, colorantes y pigmentos.

En segundo lugar, los materiales cementicios, que hacen alusión a aquellos objetos que incluyen cemento en su composición, se utilizan en la fabricación de tuberías, accesorios, aplicación de revestimientos y en tanques de almacenamiento. Los materiales utilizados incluyen agregados, agua de mezcla, aditivos, fibras, modificadores de polímeros, agentes de liberación de encofrados y compuestos para el curado.

Tercero, los materiales metálicos comprenden aleaciones de cobre, níquel, cromo, aceros, hierro y recubrimientos, aleaciones metálicas (latones) y se utilizan en la fabricación de tuberías y accesorios, válvulas, griferías, medidores, bombas y tanques de almacenamiento, entre otros.

Como ya se anticipó: todos los materiales de las tuberías y accesorios interactúan con el agua que transportan, a tal punto que, de esta interacción, puede resultar la degradación del agua, el deterioro o cambios significativos en las propiedades de los materiales.

En este sentido, hablaremos del eventual resultado de la relación de los materiales con el agua en dos casos en particular: por un lado, los sistemas de agua potable; y, por el otro, los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

En el primero, esa relación puede resultar en la degradación de la calidad del agua potable para consumo humano por la lixiviación³ de los materiales de los productos,

³ La lixiviación es definida como la disolución de metales, sólidos y químicos hacia el agua potable (Symons, 2002)



causando riesgos significativos a la salud humana, además de deteriorar el sabor y el olor del agua. En el segundo caso, los materiales de las tuberías y accesorios interactúan con la acción agresiva de las sustancias químicas de las aguas residuales que transportan y de los suelos donde van a ser instalados. Dado que cada material tiene su propia resistencia química⁴ en diversas situaciones⁵, de esa interacción puede resultar el deterioro de las propiedades de los materiales en diferente medida, según cada elemento.

Por lo anterior, todos los materiales de las tuberías y accesorios utilizados en los diferentes sistemas de agua y saneamiento deben contar con especificaciones técnicas definidas, con el propósito de impedir que al mercado lleguen productos que suministren información falsa en su rotulado o catálogo técnico; es menester proteger a los consumidores de un posible efecto negativo al momento de su utilización.

Adicionalmente, las agencias internacionales encargadas de estudiar, vigilar y controlar la calidad del agua han estandarizado parámetros, protocolos y niveles máximos permisibles en virtud de sus usos⁶. Dentro de ellos, se encuentran parámetros físicos, químicos, microbiológicos y metales pesados⁷, los cuales deben ser ampliamente analizados y controlados, puesto que, en algunos casos, en altas concentraciones, pueden ser factores que aumentan el riesgo de mortalidad y morbilidad al ser consumida o al entrar en contacto con personas y animales.

Ahora, si bien el país tiene leyes claras enfocadas en el desarrollo de conciencia ambiental y el agua para consumo humano, muchas de las normas no abordan la complejidad de la necesidad mencionada; presentan vacíos o no han regulado la totalidad de estos elementos.

RAE: Tratar una sustancia compleja, como un mineral, con un disolvente adecuado para separar sus partes solubles de las insolubles.

⁴ La resistencia química es la capacidad de un material o producto para resistir la exposición a sustancias químicas en un entorno particular (www.trenchlesspedia.com, s.f.)

⁵ La cual es evaluada por ensayos de laboratorios definidos en las respectivas normas técnicas de fabricación

⁶ Sierra Ramírez. Alberto (2011). Calidad del agua: Evaluación y Diagnóstico. Universidad de Medellín. Ediciones de la U. Medellín – Colombia.

⁷ Dentro de los cuales se encuentran el aluminio, el antimonio, el cobre, el arsénico, el bario, el cadmio, el cromo, el plomo, el mercurio, el níquel, el selenio y la plata



Por ejemplo, uno de los asuntos que escapa a la regulación es el plomo, que se encuentra en el ambiente, en suelos, alimentos, pinturas, muebles, pigmentos artísticos, en tuberías y accesorios, entre otros y con ello, en el medio ambiente y en los ambientes de trabajo.

El plomo es un compuesto tóxico multisistémico, que no desempeña ninguna función biológica en el cuerpo. Tal como lo plantean los doctores Burger y Pose, en una publicación realizada por la Universidad de la República de Montevideo y apoyada por la Organización Panamericana de la Salud: «No es necesario en el organismo humano [...] Es un xenobiótico no necesario en el organismo humano para ninguna función» (Burger y Pose, 2010), y puede producir una variedad de síntomas en los tejidos vulnerables, afectando la salud y el desarrollo humano, especialmente en niños.

Por tales razones, a través de la Decisión C (1996) 42 – «declaración sobre la reducción del riesgo de plomo» la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) instó a los países miembros a reducir el riesgo de exposición al plomo en sus diferentes formas, así como a fortalecer los sistemas de monitoreo de los niveles de plomo en el ambiente y en las poblaciones mayormente vulnerables, a promover programas de reciclaje ambiental del plomo⁸ y de productos con plomo.

⁸ Con base en el OCDE/GD(95)78, Monografías sobre el ambiente N°109, «Reciclaje de desechos de cuero, plomo y zinc», la OCDE plantea que: El reciclaje de metales secundarios y compuestos metálicos que contienen cobre, plomo y zinc implica inevitablemente la fundición y el refinado.

En la mayoría de los casos, para el tratamiento del plomo se utiliza un horno rotativo con un horno corto y hornos de refinado en serie o en paralelo. En la mayoría de los casos, un horno rotatorio se utiliza con otro horno rotatorio corto y hornos de refinado en serie o en paralelo.

El reciclaje directo solo se considera válido para ciertas escorias y residuos de otros procesos que contienen un alto porcentaje de plomo. En algunos casos, el plomo es un componente explotable presente en otros residuos que se reciclan, como los polvos de acería, en su mayoría procesados para la recuperación del zinc, y en muchos residuos de soldadura reciclados por el cobre que contienen. La principal fuente de plomo para el reciclaje son las baterías de plomo-ácido desechadas de los coches, vehículos de tracción y equipos de alimentación de emergencia.

Las baterías se almacenan bajo techo en un recinto a prueba de ácido, del que se extraen y se introducen mediante una cinta transportadora en un molino de rodillos para abrir las carcasas, drenar el ácido y exponer las placas de plomo. Tras pasar por un electroimán para separar todos los metales ferrosos, la chatarra se envía a un molino de martillos para ser triturada con agua. A continuación, se pasa por un tamiz vibratorio que permite el paso de las partículas finas y la eliminación del agua. Lo que queda en el filtro se hace pasar por un dispositivo que separa el plomo del material menos denso que originalmente formaba parte de la batería. La chatarra que contiene plomo se envía continuamente a un horno de fundición donde se reduce a metal. Los gases que salen del horno se filtran y el polvo



Por lo anteriormente expuesto y con el objetivo de minimizar o eliminar la ocurrencia e impacto del riesgo para la seguridad, la vida y la salud humana, animal y vegetal, el medio ambiente, así como las prácticas que puedan inducir a error durante el horizonte de planeación para el cual se diseñen los proyectos de agua y saneamiento, este Ministerio expidió la Resolución 501 de 2017, publicada en el diario oficial el 17 de agosto de 2017 y vigente en su totalidad a partir del mes de enero de 2019, dentro de la cual se señalan los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima sobre los requisitos técnicos que deben tener presente los prestadores de servicios públicos domiciliarios, constructores y urbanizadores, con el fin de garantizar la calidad del servicio para los tubos de acueducto y sus accesorios, la conducción y distribución de agua para consumo humano y los sistemas de conexión, recolección y transporte final y tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales, pluviales o combinadas.

De esta forma y con el fin de adaptarse a las condiciones mínimas necesarias para garantizar agua apta para el consumo humano, en su artículo 5, que hace referencia a los «valores máximos admisibles para la conservación de la calidad del agua», la mencionada Resolución determinó que los revestimientos internos y pinturas de protección interna de los tubos, accesorios y demás ductos, no deben exceder los valores máximos admisibles de las concentraciones de los elementos y compuestos químicos —metales pesados, toda vez que presentan reconocido efecto adverso a la salud humana y pueden migrar al agua que transportan los sistemas de tuberías para conducir agua potable; estableciéndose para el plomo, un valor máximo admisible de 0,0005 mg de plomo por litro de agua, soportado también por la norma NTC 539:2020.

Adicionalmente, con el objetivo de garantizar el desarrollo físico, intelectual y, en general, velar por la salud de las personas, el compromiso debe volcarse hacia un ambiente libre de plomo (Pb). Mediante la fijación de lineamientos generales, que conlleven a prevenir la contaminación, intoxicación y enfermedades derivadas de la exposición al metal, el Congreso de la República expidió la Ley 2041 de 2020, a través de la cual prohibió el uso, fabricación, importación o comercialización de tuberías,

atrapado en ellos se devuelve al horno. El metal extraído de la fundición se transfiere a tanques de refinado y se transforma en cobre de calidad comercial.



accesorios y soldaduras utilizadas en la infraestructura de los sistemas de tratamiento y distribución de agua potable para consumo humano que presenten concentraciones superiores al 0,0005 mg de plomo por litro de agua. Dicha ley, en su artículo 10, definió que el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en el término máximo de dos años, contados a partir de la entrada en vigor de la ley, realizará los Análisis de Impacto Normativo (AIN) necesarios y expedirá los reglamentos técnicos, o la reglamentación que estime pertinente, con el propósito de fijar los límites máximos de plomo en los productos señalados, así como la ruta para alcanzar progresivamente tales estándares.

En virtud de lo anterior y de acuerdo con los lineamientos establecidos en la mencionada Ley, surge como alternativa la transformación de la actual Resolución MVCT 501 de 2017; el objetivo es que se convierta en reglamento técnico, ya que lo establecido en el artículo 5 puede ser ampliado y permite generar más conceptos técnicos para la conservación de la calidad del agua. Para surtir este proceso, se debe cumplir con los requisitos establecidos en los Decretos 1595 de 2015⁹ y 1468 de 2020¹⁰, expedidos por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Es importante señalar que, en la etapa de la definición del problema, así como las causas y consecuencias del AIN, se tomará como soporte las memorias justificativas que motivaron la expedición de la resolución 501 de 2017 y la Ley 2041 de 2020, así como las guías de calidad del agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Adicionalmente, se pretende que a la producción internacional de las tuberías y accesorios utilizados en los sistemas de agua potable, aguas residuales y aguas lluvias que sea comercializada en Colombia, le sea exigido el certificado de conformidad de los productos en la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) con el fin de asegurar igualdad de condiciones en el mercado a los productos nacionales e importados y de contar con la participación misional de la Superintendencia de Industria y Comercio en las actividades de inspección y vigilancia para la protección al consumidor frente al cumplimiento de los requisitos establecidos en la Ley 2041 de 2020.

⁹ Por el cual se dictan normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad

¹⁰ Por el cual se modifican parcialmente las Secciones 2, 5 y 6 del Capítulo 7 del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015, Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo.



1.2. ANTECEDENTES.

Con el fin de asegurar que los materiales de los productos utilizados en los sistemas de agua potable, alcantarillado e hidrosanitarios no afecten los objetivos legítimos de país (la vida, la salud, el medio ambiente y la debida información a los consumidores), se hace necesario evaluar los componentes de los materiales de las tuberías y accesorios¹¹.

Lo anterior, teniendo en cuenta que más allá de las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales que componen las tuberías y accesorios utilizados en los proyectos del sector, se requiere establecer una reglamentación que defina los límites permisibles de plomo debido a los efectos adversos que genera sobre la salud, que lo convierten en una sustancia neuro-tóxica que, al estar presente en tuberías y accesorios, puede lixiviarse en el agua para consumo humano y otros usos no potables.

Se revisa, entonces, la literatura y los antecedentes que han permitido estudiar la toxicidad del plomo, los límites y las restricciones que, a lo largo del tiempo, se han venido desarrollando a nivel global y en nuestro país.

1.2.1. Antecedentes internacionales.

En 1984, la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos creó un grupo de trabajo para generar una norma que definiera los requisitos para evaluar la lixiviación de las sustancias químicas de los materiales utilizados en los sistemas de agua potable. El grupo de trabajo estuvo integrado por la Organización Para La Salud y Seguridad Pública (NSF International, por sus siglas en inglés), la Fundación de Investigación de la Asociación Estadounidense de Obras Hidráulicas (*American Water Works Association Research Foundation*), la Asociación de Administradores Estatales de Agua Potable (*Association of State Drinking Water Administrators*), la Conferencia de Administradores Estatales de Salud y Medio Ambiente (*Conference of State Health and Environmental Managers*) y la Asociación Estadounidense de Obras Hidráulicas (*American Water Works Association*).

¹¹ Dentro de los cuales se incluyen las bombas, válvulas, tanques de almacenamiento, medidores, griferías, empaques o sellos, manueras revestimientos, soldaduras y otros accesorios hidráulicos.



En 1988 se publicó la norma «NSF/ANSI 61: Componentes del sistema de agua potable - Efectos sobre la salud» con el propósito de establecer los requisitos mínimos para el control de los posibles efectos adversos en la salud humana de los productos que entran en contacto con el agua potable. Desde entonces, esta norma se ha actualizado periódicamente para añadir criterios de ensayo para otros contaminantes y tipos de productos.

Dado los efectos adversos de los productos utilizados en los sistemas de agua potable, que tienen que ver con los siguientes:

- ✓ Tubos y productos relacionados (tubos, mangueras, tanques y accesorios)
- ✓ Materiales de protección (cementos/revestimientos)
- ✓ Materiales de unión y sellado (juntas, soldaduras, adhesivos y lubricantes)
- ✓ Medios de proceso (medios filtrantes)
- ✓ Dispositivos mecánicos (medidores de agua, válvulas, bombas y filtros)
- ✓ Dispositivos mecánicos de fontanería (grifos, fuentes y componentes)
- ✓ Materiales para agua potable (materiales no metálicos).

La norma técnica ANSI/NSF 61 es el referente técnico que se utilizó en la estructuración de la Resolución 501 del 2017. Con esta resolución se da cumplimiento al requisito de la conservación de la calidad del agua potable para consumo humano con el fin de proteger a todas las personas de un posible efecto negativo sobre la vida y la salud a causa de contaminantes químicos y de las impurezas que resultan de los materiales de los productos y son arrastradas por el agua.

Asimismo, a partir de la Decisión C 1996 42 – «declaración sobre la reducción del riesgo de plomo» la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) instó a los países miembros, en primer lugar, a reducir el riesgo de exposición al plomo en sus diferentes formas; en segundo lugar, a promover el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo de los niveles de plomo en el ambiente y en las poblaciones mayormente vulnerables. Y, finalmente, a promover programas de reciclaje ambiental del plomo y de productos con plomo.

De igual forma, la Unión Europea expidió la Directiva de agua potable (98/83 / EC) (DWD), que reconoce la necesidad de regular el uso de materiales en contacto con el agua potable. En el artículo 10, «Garantía de la calidad del tratamiento, equipos y materiales», define que:



«Los Estados miembros adoptarán todas las disposiciones necesarias para que ninguna de las sustancias o materiales que se utilicen en las nuevas instalaciones de preparación o distribución de las aguas destinadas al consumo humano, ni tampoco las impurezas asociadas a estas sustancias o materiales, permanezcan en las aguas destinadas al consumo humano en concentraciones superiores a lo que es necesario para cumplir su propósito, con el fin de que no supongan un menoscabo directo o indirecto para la protección de la salud humana» (Iain Naismith, 2017)

Asimismo, la *Health Canada* sugiere la importancia de desarrollar estándares o normas técnicas nacionales e internacionales a fin de asegurar que los materiales no ocasionen contaminación en agua potable. Estos estándares son desarrollados principalmente por la NSF International (por sus siglas en inglés), el *American National Standards Institute* a partir del NSF 61 —Componentes del sistema de agua potable. Efectos sobre la salud. (<https://www.canada.ca/en/health-canada/>, 2015).

Por otra parte, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en 2019, analizó la *plumbemia* o concentración de plomo que se puede encontrar en una muestra de sangre y su potencial de intoxicación. Asimismo, indicó que el plomo puede causar daños permanentes el sistema nervioso, generar pérdida de habilidades del desarrollo, un menor coeficiente intelectual y un incremento de problemas conductuales; anemia e hipertensión, así como daño renal, sistema reproductivo y generar problemas metabólicos. Este panorama prende una alarma frente a los niños y las mujeres en condición de embarazo, puesto que son especialmente vulnerables a los efectos adversos de este metal.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó en 2020 que, la pintura utilizada en recubrimientos de tuberías y accesorios, para reducir la corrosión de superficies metálicas, puede contener plomo en valores que oscilan entre menos de 90 ppm (90 mg/kg) y más de 100.000 ppm (100.000 mg/kg).

1.2.2. Antecedentes Nacionales

En Colombia, en el 2006, el escindido Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la Resolución 1166 de 2006¹² siguiendo los lineamientos definidos en la Resolución CRA 344 de 2005 de señalar:

¹² Función atribuida hoy al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio



- (i) requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales utilizados en las tuberías y accesorios destinados a la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado.
- (ii) la estandarización de la información técnica mínima de los tubos de acueducto y sus accesorios, así como para los tubos y accesorios integrantes en su conjunto de los sistemas de conexión, recolección y transporte final y tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales, pluviales o combinadas.

Seguidamente, con el objetivo de actualizar esta normativa, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio expidió la Resolución MVCT 1127 del 2007¹³ para aludir a los aspectos concernientes que los organismos de evaluación de la conformidad deben aplicar para realizar adecuadamente las certificaciones de productos; es decir, de acuerdo con los lineamientos exigidos en el Subsistema Nacional de Calidad.

A su vez, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) expidió la Resolución MADS No. 631 de 2015, «por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones» En esta resolución se deja claro que, para las aguas residuales domésticas y aguas residuales no domésticas de los prestadores del servicio público de alcantarillado que presenten una carga hasta 3.000,00 kg/día DBO₅, la concentración máxima permisible de Plomo (Pb) es de mg/L 0,50.

Asimismo, la mencionada resolución indica que el valor máximo permisible en los vertimientos a cuerpos de aguas superficiales y al alcantarillado público provenientes de aguas residuales no domésticas, o sea dedicadas a actividades industriales, comerciales o de servicios, diferentes a las contempladas anteriormente, será de 0,10 mg/L para el caso del plomo.

«Por la cual se expide el Reglamento Técnico que señala los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos de acueducto, alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias y sus accesorios que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado»

¹³ «Por la cual se modifica la Resolución No. 1166 de 2006»



En el 2017, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio actualizó las Resoluciones MVCT No. 1166 de 2006 y la No. 1127 de 2007 y expidió la Resolución MVCT No 501 del 2017¹⁴ con el objeto de señalar los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima de requisitos técnicos para los prestadores de servicios públicos domiciliarios, constructores y urbanizadores.

Esta resolución se expidió con el fin de garantizar la calidad de los materiales utilizados en los tubos de acueducto y en sus accesorios, y para los tubos y accesorios de los sistemas de conexión, recolección y transporte final y tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales, pluviales o combinadas.

La resolución también incluye requisitos sobre composición química e información técnica que debe suministrarse para ductos conformados *in situ*, los tubos utilizados en los métodos de renovación de instalaciones existentes: fractura de tubería, reentubado, revestimiento deslizante continuo, tubería polimerizada en sitio, tubería fundida y sus accesorios, y otras tecnologías de instalación sin zanja, que conforman, en su conjunto, los sistemas de acueducto y de alcantarillado. Del mismo modo, incluye las instalaciones hidrosanitarias en viviendas y edificaciones en general.

La Resolución MVCT No. 501 del 2017 se soporta en cuatro requisitos básicos que se explican a continuación.

- **Primer requisito: conservación de la calidad del agua.**

Se enfoca en la evaluación de los contaminantes o impurezas impartidas indirectamente al agua potable a través de los materiales o productos que entran en contacto con el agua potable. A saber: aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata.

¹⁴ Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas y se derogan las resoluciones 1166 de 2006 y 1127 de 2007



Este requisito busca proteger a los usuarios de un posible efecto negativo sobre la vida, la salud y la seguridad humana, animal, vegetal y ambiental, derivado de la compra de tuberías, accesorios y demás ductos, sus revestimientos internos y pinturas de protección interna no cumplan con los estándares de seguridad.

Asimismo, en la Tabla 1. se definieron los valores máximos admisibles de las concentraciones de esos elementos y compuestos químicos antes mencionados.

Tabla 1. Valores máximos admisibles de contaminantes químicos

Contaminante	Expresado como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Aluminio (*)	Al	0,2
Antimonio	Sb	0,0006
Arsénico	As	0,001
Bario	Ba	0,2
Cadmio	Cd	0,0005
Cobre	Cu	0,13
Cromo total	Cr	0,01
Mercurio	Hg	0,0002
Níquel	Ni	0,02
Plata	Ag	0.01
Plomo	Pb	0,0005
Selenio	Se	0,005

Fuente: norma ANSI/NSF 61: 2016

(*) El valor máximo aceptable para el Aluminio corresponde a la Resolución 2115 de 2007

De esta forma, se indica que las evaluaciones de los contaminantes químicos deben hacerse de acuerdo con los métodos de ensayos establecidos en norma ANSI/NSF 61: 2016 de agua potable.

Para la definición del primer requisito se tomó como referencia la Resolución 2115 del año 2007¹⁵, expedida por el Ministerio de la Protección Social (actual Ministerio de Salud y Protección Social) y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual MVCT). En el Capítulo II, en el artículo 5°, se señalan las características de los

¹⁵ Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano



elementos químicos que tienen reconocido efecto adverso en la salud, que señalamos a continuación:

Tabla 2. Características de los elementos químicos de efecto adverso a la salud

<i>Elementos, compuestos químicos</i>	<i>Expresados como</i>	<i>Elementos, compuestos químicos</i>	<i>Expresados como</i>
Aluminio	Al	Cromo Total	Cr
Antimonio	Sb	Mercurio	Hg
Arsénico	As	Níquel	Ni
Bario	Ba	Plata	Ag
Cadmio	Cd	Plomo	Pb
Cobre	Cu	Selenio	Se

Fuente: Resolución 2115 del 2007

Finalmente, cuando se trate de tuberías y accesorios o revestimientos interiores de PVC o PVCO, se debe incluir el resultado de la cantidad de cloruro de vinilo monómero residual, el cual garantice que es menor o igual a 3,2 mg/kg en las resinas que se utilizaron para la fabricación de las tuberías y accesorios.

- **Segundo requisito: resistencia química.**

Se orienta en la evaluación de la resistencia química para las tuberías y accesorios y otros ductos utilizados en los sistemas de alcantarillado, agua lluvias y en las redes sanitarias de las viviendas, con el fin de garantizar que los materiales soporten la acción agresiva de las aguas residuales que transportan y la de los suelos en donde van a ser instalados, asimismo, cumplan el horizonte de planeamiento para el cual fueron diseñados.

Para demostrar lo anterior, se realiza mediante diferentes métodos de ensayos propios para cada material de tubería y accesorios. Los métodos de ensayo para la evaluación están definidos en las normas técnicas de producto entre las normas ASTM, AWWA, ISO, y en Colombia las NTC, entre otras.

A continuación, mencionamos algunas:

- ✓ NTC 1087: Tubos de poli (cloruro de vinilo) (pvc) rígido para uso sanitario, aguas lluvias y ventilación.



- ✓ NTC 1341: Accesorios de poli (cloruro de vinilo) (pvc) rígido para tubería sanitaria-aguas lluvias y ventilación.
- ✓ NTC 3870: Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado en una condición desviada, la primera norma técnica de ASTM D3262: 2020.

- **Tercer requisito: rotulado.**

Este requisito se enfoca en las características técnicas que se deben especificar en la marcación de los tubos y accesorios utilizados en los sistemas de agua potable, alcantarillado, aguas lluvias, micromedidores y en los sistemas hidrosanitarios al interior de las viviendas.

Esta rotulación es pertinente a fin de que pueda ser ampliamente conocida, evaluada y utilizada para su selección y adquisición de los productos.

El rotulado debe contener, como mínimo, la siguiente información técnica:

- ✓ La especificación o norma de fabricación del tubo o accesorio,
- ✓ diámetro exterior o nominal,
- ✓ uso del tubo o accesorio,
- ✓ la trazabilidad.

- **Cuarto requisito: catálogo o información técnica.**

Este requisito se orienta a la información técnica mínima que deben especificar las fichas técnicas o catálogos de los fabricantes importadores y comercializadores de las tuberías y accesorios con el propósito de tener información suficiente y precisa de las características, las propiedades y las especificaciones técnicas referidas y, por lo tanto, los catálogos o ficha técnica deben contar, como mínimo, con la siguiente información:

- a) Aspectos generales: referencia del reglamento técnico, norma técnica colombiana, internacional, cualquier otro tipo de norma o referente técnico utilizado para la fabricación del producto, si fuera el caso. En el evento de utilizar un referente técnico, deberá incluirse su descripción en el catálogo.
- b) Descripción del producto:
 - Presiones de trabajo en el caso de tuberías que trabajarán a presión.



- Diámetro nominal, diámetro interno y diámetro externo. Asimismo, deben especificarse las longitudes en las cuales se ofrece el producto normalmente.
- Tuberías, ductos conformados en sitio y accesorios de acueducto deben describir las sustancias que se están controlando, de acuerdo con el Artículo 4 de la presente Resolución.
- En el caso de alcantarillado, las descripciones deben dar cuenta de las sustancias agresivas al material o materiales con los que están fabricadas las tuberías, y para las cuales se garantiza su resistencia.
- Comportamiento frente a condiciones extremas para el material y cuidados que deben tenerse en cuenta en caso de ser utilizado, los cuales deben ser consultados con el fabricante.
- Vida útil estimada bajo condiciones normales de operación y transporte.
- Uso recomendado.
- Descripción de cada uno de los tipos de juntas y accesorios compatible con la tubería.
- Recomendaciones del fabricante para el manejo en el cargue y descargue, el transporte, el almacenamiento, la instalación de las tuberías y sus accesorios y la puesta en servicio.
- Recomendaciones sobre el lubricante, cementos solventes, limpiador, acondicionador y adhesivos que deben emplearse, si procede.
- Descripción del tipo de ensayos que se tuvieron en cuenta para evaluar el comportamiento hidráulico.
- Instrucciones para realizar los procedimientos del mantenimiento preventivo y correctivo con el empleo de los accesorios y herramientas específicas para realizarlo en cada caso.
- Contenido mínimo del rotulado.

Así las cosas, para la evaluación de la conformidad de los productos con los requisitos técnicos objeto de esta resolución, deben ser certificados por organismos de competentes y acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación - ONAC. Las organizaciones acreditadas con la Resolución MVCT 501 de 2017 a la fecha se relacionan en la siguiente tabla:



Tabla 3. Organismos de certificación de producto acreditados con la Res. 501 de 2017

<i>Ítem</i>	<i>Organismocertificador</i>	<i>Código de acreditación.</i>
1	BUREAU VERITAS COLOMBIA LTDA	09 – CPR - 008
2	INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC	09 - CPR - 002
3	NYCE COLOMBIA S.A.S	15 – CPR - 004

Fuente: Organismo de Acreditación de Colombia (ONAC); 2021

De igual manera, diversas empresas nacionales e internacionales han certificado sus productos para dar cumplimiento a los requisitos establecidos y al alcance de la resolución, entre las empresas certificadas con la Resolución MVCT No. 501 del 2017, entre las cuales se encuentran las establecidas en el **Anexo 1**.

También, es importante señalar que el ONAC cuenta con acuerdos de mutuo reconocimiento ILAC¹⁶, IAAC¹⁷ e IAF¹⁸, por lo tanto, el criterio de evaluación de la conformidad permite la ampliación a organismos internacionales que cumplan el requisito de mutuo reconocimiento con ONAC, bajo el siguiente contexto¹⁹:

- **IAAC**, como cooperación regional, para los esquemas de laboratorios de ensayo y de calibración, proveedores de ensayos de aptitud y laboratorios clínicos; organismos certificadores de producto; certificadores de sistemas de gestión; y certificadores de personas.
- **ILAC**, como cooperación mundial, para los esquemas de laboratorios de ensayo y de calibración, laboratorios clínicos y proveedores de ensayos de aptitud.
- **IAF**, como foro mundial de acreditación, para los esquemas de acreditación de organismos de certificación de productos y organismos de certificación de sistemas de gestión.

¹⁶ International Laboratory Accreditation Cooperation – ILAC

¹⁷ InterAmerican Accreditation Cooperation – IAAC

¹⁸ International Association Forum - IAF

¹⁹ Tomado de sitio web del ONAC: <https://onac.org.co/acerca-de-onac/acuerdos-de-reconocimiento-internacional/>



Sin embargo, existen organismos internacionales altamente reconocidos que evalúan y certifican productos de fabricación internacional sobre el cumplimiento de los requisitos de atoxicidad, como WRAS, KIWA, DVGW los cuales, en la actualidad, no cuentan con estos reconocimientos. Deberá, entonces, evaluarse con ONAC si las tuberías, accesorios, bombas y tanques importados, podrán cumplir su certificación bajo estas certificaciones.

Adicionalmente, es importante indicar que, dentro de las medidas de ahorro en agua en las nuevas edificaciones, se considera como una medida de «construcción sostenible» el cumplimiento de los requisitos de composición química por parte de las tuberías y accesorios que se utilicen en las instalaciones hidráulicas y sanitarias al interior de las viviendas dado que el acceso al agua potable y saneamiento básico es un factor determinante para mejorar las condiciones de habitabilidad de las viviendas, e impactar positivamente en la pobreza y salud de la población, así como contribuye a incrementar los índices de competitividad y crecimiento del país.

Estas razones le han permitido a este Ministerio realizar un proceso de actualización del Reglamento de Tuberías, mediante la incorporación de las nuevas normas técnicas nacionales e internacionales y de los materiales utilizados en sistemas de acueducto y alcantarillado, así como la incorporación de nuevas tecnologías de instalación y de ampliación del alcance para instalaciones hidrosanitarias.

Por lo anterior, actualmente se cumple con el trámite de expedición del proyecto normativo – RETHISA, que tiene por objeto señalar los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y, la estandarización de la información mínima sobre los requisitos técnicos que deben tener presentes los prestadores de servicios públicos domiciliarios, constructores y urbanizadores, con el fin de garantizar la calidad del servicio, para los tubos y ductos de acueducto y sus accesorios, integrantes en su conjunto de los sistemas de conducción y distribución de agua para consumo humano y para los tubos y accesorios integrantes en su conjunto de los sistemas de conexión, recolección y transporte final y tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales, pluviales o combinadas, previniendo la presentación de riesgos para la seguridad, la vida y la salud humana, animal y vegetal, el medio ambiente, y la realización de prácticas que puedan inducir a error, durante el horizonte de planeamiento para el cual fueron diseñados estos sistemas.



En la misma, se incluyen también requisitos técnicos para ductos conformados in situ, renovaciones o rehabilitaciones, accesorios, instalaciones hidrosanitarias en viviendas y edificaciones en general y nuevas tecnologías de instalación sin zanja y materiales, que conforman en su conjunto los sistemas de acueducto y de alcantarillado. Este proyecto normativo cumplió el proceso de participación ciudadana, cuenta con el concepto de abogacía de la competencia y actualmente se encuentra en revisión por parte del Departamento Administrativo de la Función Pública – DAFP, necesario para continuar el proceso de expedición.

Por último, es importante tener en cuenta que las normas que regulan el contenido de plomo en productos de grifería están basadas en reglamentaciones marco de los países con mayor porcentaje de industrias a nivel mundial. Tal es el caso de las normas NTC, traducciones de normas americanas como ASME, ANSI, NSF, ASTM. Dentro de ellos, la NTC 1644 relacionada con «Accesorios de suministro en instalaciones hidráulica» es la adopción de la norma ASME A112.18.1 (de Estados Unidos); y la NTC 539 sobre «Componentes de los sistemas de agua potable», es la adopción de la norma ANSI/NSF 61 (del mismo país americano). Estas normas, son referentes internacionales para nuestro horizonte regulatorio y por tal razón van orientadas hacia el fin de mitigar los riesgos a los que se ven expuestos los consumidores. Por lo anterior, tanto las normas NTC 144 como la ASME A112.18.1 contienen un límite de cantidad de plomo en soldaduras y fundentes que entran en contacto con el agua potable (no más de 0.2 % en masa de plomo).

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El plomo es un metal presente comúnmente en el ambiente: en el suelo, en el agua y en el aire y, en efecto, también es frecuente encontrarlo en el área ocupacional a través de productos y materias primas como cerámicas, porcelanas, elementos industriales, comerciales, tuberías y accesorios; razón por la cual, puede llegar hasta los hogares y acumularse en el agua para consumo humano.

Lo anterior, debido a que los materiales de las tuberías y accesorios, al entrar en contacto con las aguas que transportan, pueden liberar sustancias químicas que terminan contaminándola. Es un panorama que resulta complejo de evidenciar puesto que el metal no puede apreciarse a simple vista, saborearse o generar olor alguno.



Este problema cobra mayor relevancia en el sector de agua y saneamiento si se tiene en cuenta que las tuberías y los accesorios continúan siendo los componentes más utilizados en el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de la infraestructura que ha permitido captar, transportar, tratar, almacenar, distribuir, evacuar, depurar y verter aguas negras de uso doméstico, comercial e industrial.

A pesar de que en los últimos 20 años la normativa regulatoria en agua y saneamiento implementada a nivel mundial y especialmente en Colombia ha permitido disminuir la presencia del plomo en tuberías y accesorios y el decrecimiento de los niveles de exposición, aún es posible detectarlo en algunos componentes de metal localizados al interior de las tuberías, en los revestimientos a causa de pinturas y pigmentos, y en las conexiones hidrosanitarias de viviendas construidas con algún grado de antigüedad²⁰.

Ahora bien, haciendo énfasis en el servicio de acueducto, es importante indicar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió en la guía para la calidad del agua de consumo humano (2011) que los sistemas de agua potable tienen como objetivo principal proteger la salud pública asociada a la calidad del agua e identificar los riesgos que pueden comprometer su calidad en el tiempo.

En el capítulo 8 «Aspectos químicos», la OMS plantea que la mayoría de las sustancias químicas presentes en el agua potable para consumo humano son potencialmente peligrosas para la salud solo después de una exposición prolongada y, que dichas sustancias, son procedentes de diferentes fuentes, entre las cuales se encuentran los materiales de las tuberías y accesorios, los cuales, por la lixiviación de elementos químicos en el agua potable, deben ser controlados mediante la optimización de los procesos de selección de los materiales y la evaluación de los productos en pro de garantizar la vida y la salud de las personas. Además, la guía en el capítulo 12 «fichas informativas sobre sustancias química» resume el fundamento científico de cada uno de los valores de referencia de concentración de una sustancia en el agua para consumo humano.

²⁰ La concentración de plomo puede aumentar a causa del deterioro de accesorios o de soldaduras de tuberías.



No obstante, la realidad es otra, ya que en muchas poblaciones del país se sigue suministrando agua no apta para el consumo humano, como lo respalda el análisis realizado durante la vigencia 2020 sobre el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), en virtud de lo dispuesto en la Resolución MVCT 2115 de 2007²¹, donde, a través de los reportes del IRCA realizados al Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP) por las Autoridades Sanitarias departamentales y municipales, según diversas muestras tomadas en los sistemas de acueducto, se evidenció lo siguiente:

Tabla 4. Resultados IRCA vigencia 2020

<i>Nivel de Riesgo IRCA – Calidad del agua para consumo humano por entidad territorial</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>
AGUA APTA PARA CONSUMO HUMANO – SIN RIESGO	573	155
INVARIABLE SANITARIAMENTE	8	18
RIESGO ALTO	70	70
RIESGO MEDIO	117	94
RIESGO BAJO	157	74
SIN INFORMACIÓN	178	692
TOTAL	1103	1103

Fuente: Instituto Nacional de Salud; Informe Nacional de Monitoreo SGP-APSB, vigencia 2021

Así las cosas, a nivel urbano, en 573 municipios y distritos se garantizó agua apta para el consumo humano – IRCA sin riesgo; mientras que en 352 municipios se suministra agua con algún nivel de riesgo de enfermedades vehiculizadas por el agua y, de estos últimos, 8 entidades territoriales quedaron clasificadas en nivel de riesgo «invariable sanitariamente» y 70 en «riesgo alto»²².

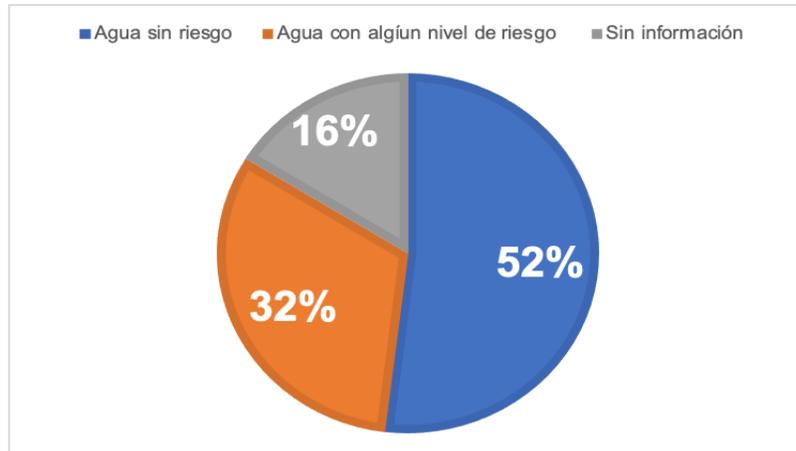
A nivel rural nucleado, la situación desmejora puesto que, el número de municipios que garantizan agua apta para el consumo humano se reduce a tan solo 155 en todo el país y sumado a ello, se desconoce la calidad del agua rural en 692 entidades territoriales.

²¹ Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano

²² Informe nacional de Monitoreo al SGP-APSB vigencia 2020. Minvivienda; 2021.



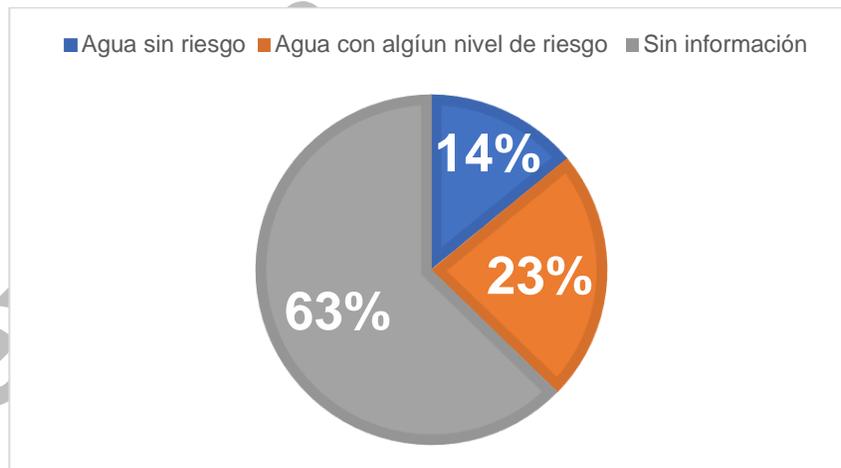
Gráfico 1. Resultados IRCA vigencia 2020 – nivel urbano



Fuente: elaboración propia con base en el análisis del IRCA - 2020

La presencia del plomo se debe a la ausencia de procesos eficientes que permitan mantener en óptimo estado cada uno de los elementos de la infraestructura física de servicio público de acueducto. En muchos municipios son ausentes o resultan deficientes las fases de operación y mantenimiento que exigen muchos de los sistemas de potabilización y del servicio de acueducto en sí.

Gráfico 2. Resultados IRCA vigencia 2020 – nivel rural



Fuente: elaboración propia con base en el análisis del IRCA - 2020

De esta forma, al no garantizar calidad del agua apta para el consumo humano en los sistemas de acueducto de todas las poblaciones del país se debe a un bajo control de las características físicas, químicas, microbiológicas y la presencia de metales pesados en los sistemas que conducen el agua.



Ahora bien, esta misma Resolución define cada uno de los valores máximos aceptables de las sustancias o elementos químicos de reconocido efecto adverso para la salud que se encuentran en el agua para consumo humano, entre los cuales se encuentran: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo total, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo y Selenio.

Los materiales de las tuberías y accesorios, al entrar en contacto con el agua, pueden lixiviar estas sustancias químicas e incrementar los valores máximos aceptable definidos en esta resolución. Superar dichos niveles significa un riesgo para la salud y el desarrollo humano²³. Del mismo modo, en los sistemas de las aguas residuales, las sustancias químicas que se transportan pueden lograr cambios significativos en las propiedades de los materiales de las tuberías y accesorios y sus efectos pueden afectar la salud pública, el medio ambiente y requerir reparaciones costosas; por eso, es importante utilizar tuberías y accesorios resistentes a las sustancias químicas presentes.

Por consiguiente, de forma general se pueden presentar dos tipos de afectación debido a la presencia de este metal en las tuberías y accesorios del sector:

- (i) **Afectación a nivel mecánico:** debido a las sustancias químicas que las aguas residuales transportan, puede ocurrir deterioro de los materiales, ocasionando alteración de las especificaciones técnicas de fabricación (propiedades físicas, mecánicas, resistencia a la tracción, la ductilidad y en la presión de rotura) causando su lixiviación con el metal, y, por consiguiente, acarreado impactos negativos en la vida, la salud y el medio ambiente.
- (ii) **Afectación a nivel de salud pública:** debido a que el plomo es considerado actualmente una sustancia tóxica multisistémica, en consecuencia, puede generar riesgos directos a la salud y al desarrollo humano, especialmente en

²³ Puede revelarse a través de Alzheimer; cáncer de piel, de vejiga, de pulmón; gastroenteritis, hipertensión aguda, problemas cardíacos, problemas de riñón, trastornos gastrointestinales, convulsiones, alteraciones neurológicas y renales, náuseas, vómitos, daño en el cerebro, disminución de las habilidades de aprendizaje en niños. Elementos como el plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto, puede causar serios daños al sistema nervioso, al sistema reproductor y al cerebro de los niños al nacer.



bebés, niños y en mujeres embarazadas que se someten a su exposición en los lugares donde hay alta presencia.

Por lo anteriormente indicado, a pesar de las medidas tomadas por las entidades del sector, aún existe población expuesta a elevados niveles de plomo, producto de la ausencia de un adecuado tratamiento de agua o por la contaminación del agua potable causado por el contacto con los materiales de las tuberías y los accesorios. Las consecuencias se manifiestan especialmente aguas abajo del proceso de tratamiento o potabilización; se trata de un problema que sigue aumentando a causa de la contaminación y el deterioro de estos materiales, de las deficiencias en los procesos de operación y mantenimiento, y del contacto que estas puedan tener con las aguas residuales y lluvias.

Adicionalmente, a pesar de la expedición de la Resolución 501 de 2017, cuyo alcance presenta carácter mandatorio a nivel nacional, existe un vacío en la restricción de importaciones a las tuberías, ductos y accesorios para acueducto y alcantarillado, permitiéndose el ingreso al país de productos que no cumplen los certificados de conformidad solicitados en la resolución ni de los acuerdos internacionales autorizados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC. De esta forma, se ha generado un proceso de comercialización de estos productos a nivel nacional sin certificación de conformidad.

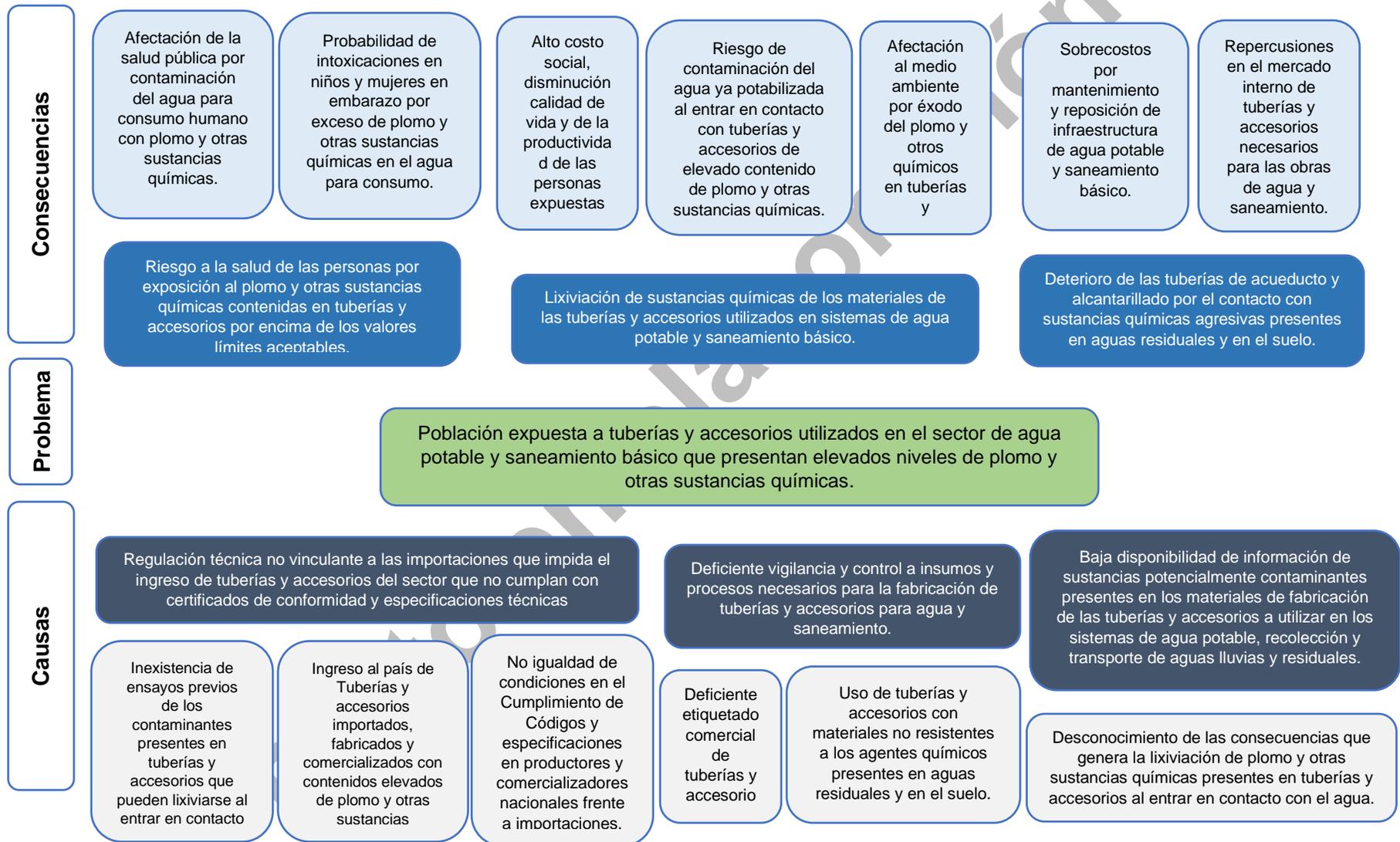
Tal es la magnitud de este problema que, según la información otorgada por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI, cruzada de manera cualitativa con el portal Starcraft Reviews; China es de los países que producen este tipo de productos que sobrepasan los límites de plomo. En 2021, este fue el país que generó más de 20 millones de dólares en importaciones de canillas y grifos para uso doméstico en el país, representados en 3.189.510 kilogramos netos²⁴.

A pesar de ello, establecer la participación en el mercado de este tipo de productos, conocida como “market-share”, todavía representa un reto para la industria, por lo cual existen fallas en la forma de ejercer control sobre las importaciones de estos productos, generando con ello impactos negativos en la salud pública a nivel nacional.

²⁴ Análisis aportado por Industrias Corona en publicación del AIN fase de descripción del problema, basado en datos informe ANDI, correlacionados con la página Starcraft Reviews en 2022.



2.1. ÁRBOL DE PROBLEMAS





De acuerdo con el árbol del problema, donde se describen las causas y consecuencias identificadas por el Ministerio, procedemos a la descripción de cada una de ellas, con el objetivo de ilustrar un contexto general con relación a su identificación.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

2.2.1. Regulación técnica no vinculante que determine los límites máximos permisibles de plomo y otras sustancias químicas en tubos y accesorios de agua y saneamiento.

Una de las fuentes de contaminación del agua potable se encuentra dada por el contacto con las superficies de los materiales de las tuberías y accesorios. Por esta razón es importante que, desde los procesos de fabricación, se garantice la evaluación de la conformidad con relación a los contaminantes o sustancias químicas que puede aportar indirectamente al agua potable en sus niveles máximos aceptables.

La utilización o instalación de productos que no estén aprobados para estar en contacto con el agua potable causa el deterioro del agua y aumenta los niveles máximos aceptables de los elementos químicos o sustancias. Esto conlleva a la afectación de la calidad del agua potable que se suministra a los consumidores.

La mejor forma de controlar la contaminación involuntaria causada por los materiales de calidad deficiente no es establecer límites relativos a la calidad del agua tratada, sino aplicar especificaciones sobre la composición de los propios productos (Organization, 2011, p. 219).

Por otra parte, con el fin de garantizar la calidad de los materiales para los tubos de acueducto y sus accesorios, como parte de los sistemas de conducción y distribución de agua para consumo humano y para los tubos y accesorios de los sistemas de conexión, recolección y transporte final; tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales, pluviales o combinadas, este Ministerio expidió la Resolución MVCT 501 de 2017, la cual señala los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima de requisitos técnicos para los prestadores de servicios públicos domiciliarios, constructores y urbanizadores.



Esta Resolución fue expedida luego de que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial publicara la Resolución MADS 631 de 2015, «por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones».

El propósito de esta resolución era generar los insumos complementarios con respecto a los materiales de las tuberías y accesorios utilizados para la prestación de los servicios de agua y saneamiento en el marco de los vertimientos y de los sistemas de alcantarillado para reglamentar la concentración máxima permisible de diversas sustancias químicas, en este caso: el plomo. Así las cosas, se determinó que para las aguas residuales domésticas y aguas residuales no domésticas de los prestadores del servicio público de alcantarillado, que presenten una carga hasta 3.000,00 kg/día DBO5, la concentración máxima permisible de Plomo (Pb) es de mg/L 0,50; y de Aguas Residuales no Domésticas para las actividades industriales, comerciales o de servicios, diferentes a las contempladas anteriormente, con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y al alcantarillado público, a cumplir para el caso del plomo será de 0,10 mg/L.

No obstante, aún se continúa desconociendo información de detalle que permita determinar los porcentajes de lixiviación de los materiales y accesorios utilizados para tuberías al tener contacto con las aguas de acueducto y alcantarillado, principalmente; aunque las tuberías y accesorios fabricados y comercializados a nivel nacionales o importadas pueden o no presentar contenidos elevados de plomo y otras sustancias químicas.

Por lo tanto, aunque en algunas ocasiones cumplan con las especificaciones técnicas establecidas en la Resolución MVCT 501 de 2017, se considera necesario que esta resolución sea un reglamento técnico con el fin de establecer las características y valores límites admisibles de las tuberías y accesorios a ser utilizadas en el sector de agua y saneamiento, así como los servicios, procesos y métodos de producción necesarios para su adecuada utilización, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia sea obligatoria²⁵.

²⁵ Modificado del Concepto Icontec de Reglamento Técnico, 2020.



Adicionalmente, la mencionada Resolución aplica únicamente a los productores y comercializadores de tuberías nacionales, así como a los constructores, diseñadores y personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las cuales deben surtir los ensayos de conservación de la calidad del agua, resistencia química e información técnica mínima a contener; sin embargo, no relaciona códigos o partidas arancelarias que le permita a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN y al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo – MinCIT, poner restricciones a la importación de tuberías, ductos y accesorios que no cumplan con lo establecido en esta resolución, a través de un certificado de conformidad.

Por lo anterior, adicional a los problemas de igualdad que se están presentando entre nacionales e importadores donde existe un boom de los contenedores respaldados por plataformas digitales como Amazon, entre otras, sin que cumplan lo establecido en la Resolución 501 de 2007, en la actualidad, mediante paqueteo, se está permitiendo el ingreso al país de productos que no cumplen con ninguno de los estándares internacionales.

De esta forma, se ve la necesidad de contar con un reglamento o reglamento técnico que permita regular los lineamientos y el control de toxicidad de los productos sectoriales, especialmente de los productos importados, donde se fortalezca también las NTC 1644 y la ASME A112.18.1 frente al contenido de plomo en materias primas, donde se incluya el contenido máximo admisible en plomo de las materias primas y de las trazas que deja en el agua al entrar en contacto con materiales.

De esta forma, es preciso fortalecer en el articulado de la reglamentación, diferentes acciones que permitan realizar control a la importación de productos y materias primas, mediante la estandarización de niveles máximos regulatorios, e incluir los códigos arancelarios de la clasificación económica nacional que se relacionan con los códigos internacionales, así como las partidas arancelarias para las cuales se ingresan tuberías, griferías y accesorios.

Lo anterior, con el fin de fortalecer los contenidos y la obligatoriedad de aplicación a la producción y comercialización nacional, como a la importación de estos productos con el fin de que, en la Ventanilla Única de Comercio Exterior de la DIAN, se realice control de ingreso de calidad.



2.2.2. Deficiente vigilancia y control a insumos y procesos necesarios para la fabricación de tuberías y accesorios para agua y saneamiento.

La compatibilidad química es fundamental al diseñar e instalar un sistema de tuberías y accesorios. Se debe tener en cuenta la composición química de las aguas residuales, así como cualquier otro material que esté en contacto con la tubería y los accesorios.

El ataque químico es una de las causas más comunes en el deterioro de los materiales de las tuberías utilizadas en el manejo de agua residuales por las sustancias químicas transportadas por las aguas residuales. Una selección inadecuada de materiales puede lograr cambios significativos en las propiedades de los materiales, y sus efectos pueden dañar la salud pública, el medio ambiente y requerir de reparaciones costosas.

Así, pues, y a pesar de que el artículo 13 de la resolución MVCT No. 501 de 2017 asignó la competencia del control, inspección y vigilancia general a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), en los términos del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, numeral 79.12²⁶, sin perjuicio de la función de control, inspección y vigilancia que corresponde a las entidades competentes en relación con los reglamentos técnicos vigentes; la Resolución no estableció mecanismos para determinar la forma de verificar el cumplimiento de esta obligación.

Por lo anterior, aún no se cuenta con un informe nacional en el cual se relacionen los resultados de las gestiones realizadas frente a las obras, equipos y procedimientos utilizados por las personas prestadoras de servicios públicos, urbanizadores, constructores y curadurías, para garantizar el cumplimiento de los requisitos técnicos previstos en la mencionada Resolución.

Adicionalmente, la Resolución indicó que la interventoría de las obras realizará el control de los requisitos técnicos previstos en la presente resolución en las adquisiciones y construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado, así como en la modificación, renovación o construcción de redes internas hidrosanitarias en

²⁶ Verificar que las obras, equipos y procedimientos de las empresas cumplan con los requisitos técnicos previstos que hayan señalado los ministerios.



vivienda, esto último sin perjuicio de la función de control y vigilancia de las alcaldías municipales y distritales señalada en el artículo 109 de la Ley 388 de 1997. Sin embargo, teniendo en cuenta las limitaciones de la Resolución expresadas en párrafos anteriores, en este caso tampoco se cuenta con información consolidada que permita evidenciar el cumplimiento de las actividades de control por parte de las interventorías de obras.

Por otro lado, para impactar en la construcción de las instalaciones hidrosanitarias de viviendas nuevas y modificaciones en las existentes, la Resolución indicó la necesidad de requerirse, por parte de las curadurías urbanas o la autoridad municipal o distrital competente, según sea el caso, exigir al propietario o su representante el certificado de cumplimiento de la Resolución Técnica en lo referente a los materiales a utilizar en la intervención de la vivienda pero, a pesar de ello, aún no se cuenta con información que refleje indicadores de cumplimiento de estas obligaciones.

Paralelamente, este Ministerio se encuentra en proceso de expedición de una Resolución que permita establecer los requisitos técnicos mínimos relacionados con la calidad de los materiales, el diseño, construcción y la instalación de las redes de abastecimiento de agua potable, aguas residuales, y de aguas lluvias en las instalaciones hidrosanitarias al interior de las edificaciones de viviendas unifamiliar, bifamiliar y multifamiliar.

Es importante indicar que la Resolución MVCT 501 de 2017 es relativamente reciente y no contó con indicaciones claras para determinar la forma en que se analizarán, sistematizarán y se dará cumplimiento a las acciones de vigilancia y control por parte de la (SSPD), las curadurías y las interventorías, a la fecha no se cuenta con esta información, lo cual evidencia la deficiencia en las actividades de vigilancia y control a insumos y procesos necesarios para la fabricación de tuberías y accesorios para agua y saneamiento.

A pesar de que la mencionada Resolución estableció los requisitos técnicos mínimos que deben ser exigidos por los organismos de certificación para las tuberías y accesorios, el etiquetado comercial de tuberías y accesorios resulta actualmente deficiente, así como las condiciones de rotulado: un rótulo perfectamente legible,



durable y resistente a las condiciones normales de funcionamiento, donde se indiquen las especificaciones técnicas²⁷.

2.2.3. Baja disponibilidad de información de sustancias potencialmente contaminantes presentes en los materiales de fabricación de las tuberías y accesorios a utilizar en los sistemas de agua potable, recolección y transporte de aguas lluvias y residuales.

Aunque la calidad de las aguas residuales suele regir la selección del material de la tubería y de los accesorios, la resistencia química de los materiales está relacionada con varios factores internos y externos, incluido el entorno operativo, el suelo donde se instalan, las propiedades químicas y físicas, y las propiedades del agua.

Empero, a fin de poder garantizar todo lo necesario para la salud y bienestar, hay poca disponibilidad de información y literatura científica detallada, relacionada con las sustancias potencialmente contaminantes presentes en los materiales de fabricación de las tuberías y accesorios a utilizar en los sistemas de agua potable y recolección y transporte de aguas residuales y aguas lluvias.; lo que puede inducir al error al consumidor al momento de la compra y causar impactos negativos derivado de una decisión de compra.

Contar con una estandarización de la información mínima y aplicada en rótulos en cada producto sobre los requisitos técnicos de los tubos y los accesorios impide que al mercado lleguen dichos productos con información falsa. Se debe proteger a los consumidores de un posible efecto negativo sobre la salud o seguridad humana, animal, vegetal, y el medio ambiente, derivado de una decisión de compra con información incompleta.

Una forma de garantizar que las tuberías y accesorios utilizados en los sistemas de transporte de aguas residuales domésticas cumplan el horizonte de planeamiento para

²⁷ No obstante, en muchas ocasiones no incluyó los parámetros ni fijó los límites máximos de plomo, así como para alcanzar progresivamente tales estándares para la prohibición del uso, fabricación, importación o comercialización de las tuberías, accesorios y soldaduras empleados en la instalación o reparación de cualquier sistema de distribución de agua para uso humano, animal o de riego, que migren al agua concentraciones de plomo superiores al 0,0005 mg por litro de agua.



el cual fueron diseñadas es a través de la evaluación de la resistencia química con el fin de garantizar que los materiales soporten la acción agresiva de las aguas residuales que transportan y la de los suelos donde van a ser instalados.

Este proceso de garantía se realiza mediante diferentes métodos de ensayos propios para cada material de tubería y accesorios. Los métodos de ensayo para la evaluación están definidos en las normas técnicas de fabricación del producto entre las normas tenemos las ASTM, AWWA, ISO, y en Colombia las NTC, entre otras.

Adicionalmente, resulta limitada la información detallada de las sustancias potencialmente contaminantes presentes en los materiales de fabricación de las tuberías y accesorios a utilizar en los sistemas de agua potable, de recolección y transporte de aguas residuales y de aguas lluvias que generen reacciones y trazas al fluido que transportan.

Otra de las causas que pueden inducir al error al consumidor al momento de la compra es deficiente información técnica sobre los productos (tuberías y accesorios), especialmente los importados, sumado a la ausencia de una certificación de conformidad que respalde los productos.

La falta de estandarizar la información mínima sobre los requisitos técnicos de los tubos y los accesorios con el propósito de impedir que al mercado lleguen productos (Tuberías y accesorios) que puedan a través del rotulado o catálogo, suministrar información falsa sobre los requisitos técnicos. Se debe proteger a los consumidores de un posible efecto negativo sobre la salud o seguridad humana, animal, vegetal, y el medio ambiente, derivado de una decisión de compra con información incompleta.

2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA

Las consecuencias identificadas al problema planteado son las siguientes:



2.3.1.Lixiviación de sustancias químicas de los materiales de las tuberías y accesorios utilizados en el sistema de agua potable

La lixiviación es definida como la disolución de metales, sólidos y químicos hacia el agua potable (Symons, 2002). La prevención de la lixiviación requiere una selección de materiales adecuados: es importante que ningún material colocado en contacto con el agua potable de la red promueva la lixiviación de contaminante o sustancia química que puedan incurrir en la degradación del agua potable y causar riesgo significativo a la salud de los consumidores.

En la actualidad, para evaluar la capacidad de lixiviación de metales al agua, procedentes de tuberías o accesorios, cuando se usan en contacto con agua destinada al consumo humano, la Resolución 501 de 2017 indica que estos deberán cumplir con los procedimientos indicados en la norma ANSI/NSF 61:2016²⁸; aplicable al listado establecido en su artículo 2o de la resolución sobre cualquier material o de los revestimientos internos de tubos y accesorios.

Adicionalmente, las sales solubles en agua de los metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio son muy tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales, a su vez, son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones. Al ser ingeridos por los seres humanos a partir del agua y de los alimentos contaminados por los compuestos de mercurio, plomo o cadmio le provocan ceguera, amnesia, raquitismo, miastenia o hasta la muerte (Aguorg.Mex, 2020).

Por lo tanto, es necesario evitar el riesgo de contaminación del agua previamente potabilizada que está en contacto con tuberías y accesorios. Es indispensable respetar la norma para contraer un elevado contenido de plomo y otras sustancias químicas susceptibles de ingresar en sistemas de acueducto. Cada elemento debe pasar por análisis detallados o modelaciones de calidad del agua y las tuberías deben presentar años de vida útil mayores a 30 años.

²⁸ La ANSI/NSF 61:2016 ha sido reemplazada por la NTC 539:2020, la cual corresponde a una adopción modificada de la NSF/ANSI/CAN 61-2018.



Uno de los casos particulares evidenciados corresponde al proyecto de acueducto regional “costanero” con el cual se beneficiarían cerca de 27 mil habitantes de zonas urbanas y rurales de los municipios de Canalete, Puerto Escondido y Los Córdoba, subregión del departamento de Córdoba, donde la Procuraduría General de la Nación, en el año 2018, encontró que la obra - que tuvo un costo de 46 mil millones de pesos - podría tener que volverse a ejecutar debido a que la tubería, instalada y en uso parcial, no contaba con recubrimiento interno, lo que permitía que el agua llegara con alteraciones físico-químicas alteradas a las viviendas.

Lo anterior se constata a través del informe de seguimiento realizado por este Ministerio durante el mes de abril de 2022, en el cual se menciona que «con los resultados de laboratorio y evaluación a los niples de tubería de acero retirados en condiciones controladas y se evidenció y concluyó que, los 26 kilómetros aproximados de la tubería de impulsión de 12” de acero al carbón, instalada entre la PTAP y el tanque de regulación central de aguas vivas *no cuentan con revestimiento interno*, por lo que dicha tubería se ha oxidado al entrar en contacto con el agua, siendo esta circunstancia la causa que, con mayor probabilidad explica la turbiedad del agua por encima de los niveles permitidos y el incremento de metales como hierro y manganeso»²⁹.

Asimismo, se indica en el informe que producto de los informes de supervisión, se precisó que las especificaciones técnicas exigidas para la tubería, requeridas y ofertadas contractualmente con recubrimiento, por lo cual se presentaron indudables fallas en la interventoría, aduciendo una «Inadecuada supervisión en el seguimiento de la ejecución de los contratos/convenios de acuerdo con la normatividad legal vigente».

Los posibles perjuicios causados fueron estimados en \$11.198.131.755.10, sin perjuicio de la actualización a valor presente de los costos propios (suministro e instalación) por depreciación de la moneda en el tiempo. Seguidamente, se declaró la ocurrencia del siniestro de obra haciéndose efectiva la garantía única de cumplimiento en el amparo vigente de estabilidad, siendo cubierto un valor máximo de \$9.192.050.134,20.

²⁹ Informe de Seguimiento al proyecto denominado “CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO MUNICIPIO DE LOS CORDOBAS, CANALETE Y PUERTO ESCONDIDO” Minvivienda.
<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/seguimiento-proyecto-cordoba-vf-.pdf>



Con relación a este caso, es importante indicar que por lo motivos anteriormente presentados, no se cumplió el objetivo del proyecto durante los tiempos inicialmente establecidos, se perdieron recursos económicos a pesar de que se recuperó en gran medida el amparo y la garantía de la obra y , aunque en estos momentos se está adelantando un nuevo proyecto de instalación de tuberías en la zona, esta situación hubiera podido evitarse si se hubiera incluido el cumplimiento de la reglamentación, aunque en su momento la resolución vigente no incluía la certificación de conformidad. Situación que debe evitarse al máximo, a pesar de que en el sector aún se presenta desconocimiento del alcance y contenido de la Resolución 501 de 2017, de las pruebas de atoxicidad, de las condiciones del etiquetado y del cumplimiento de la certificación de cumplimiento.

- **Impacto al medio ambiente por pérdida de aguas residuales por grietas y roturas de las tuberías.**

Las consecuencias por el deterioro de los materiales de los productos por el ataque químico suelen provocar una grave reducción de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales como la resistencia a la tracción, la ductilidad, la presión de rotura y la resistencia a el impacto generando grietas o roturas en el material ocasionando la perdida de las aguas afectando la salud pública por los malos olores y la inhalación de gases, por la combinación de aguas residuales con agua subterránea o vías fluviales de gran impacto a el medio ambiente y por ultimo sobre costos en la reparación del sistema por colapso del sistema.

Por tales razones, especialmente en las tuberías que transportan aguas residuales, la Resolución 501 de 2017 estableció la obligatoriedad de realizar pruebas de resistencia química, consistente en ensayos de verificación según el tipo de tubería y la norma técnica de fabricación, para garantizar que los materiales soporten la acción de las aguas residuales y los suelos donde van a ser instalados, con el fin de evitar la generación de impactos ambientales negativos en la zona circundante de los proyectos

Sin embargo, deben fortalecerse las labores de vigilancia, inspección y control con el objetivo de garantizar que todas las tuberías y accesorios utilizados en el sector, les sea exigido el cumplimiento de esta actividad y garantice que efectivamente se genere esta obligatoriedad en todos los proyectos y actividades de este tipo que se desarrollen en el país.



Asimismo, debe fortalecerse la evaluación y demostración de la conformidad en cuanto a ensayos realizados por laboratorios, para lo cual la normativa podrá prever la utilización de los mecanismos dispuestos por el Subsistema Nacional de Calidad – SICAL, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1074 de 2015, Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, modificado por el Decreto 1595 de 2015.

2.3.2. Riesgo a la salud de las personas por exposición al plomo y otras sustancias químicas contenidas en tuberías y accesorios por encima de los valores límites aceptables.

Los materiales en contacto con el agua potable deben ser inertes, no deben migrar contaminantes al agua, no deben modificar las propiedades químicas, microbiológicas, físicas o las propiedades organolépticas del agua potable, sin embargo, existen altos riesgos por la utilización de materiales inadecuados lo que trae como consecuencia que se incrementen los valores máximos aceptables que tienen un vínculo directo con impactos adversos en la salud por eso se han definidos los valores máximos aceptable de estos elementos para tranquilidad de las autoridades de salud y de los consumidores. A continuación, se relaciona la categorización de las posibles consecuencias de esas sustancias químicas en el agua potable.

Tabla 5. Categorización consecuencias de los elementos químicos.

Compuesto / elemento químico	Consecuencia por la exposición a la sustancia	Soporte
Aluminio	Existe la hipótesis que es un factor de riesgo para el desarrollo o la aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2010) Aluminium in drinking-water.
Antimonio	Después de la absorción oral, ejercen un fuerte efecto irritante sobre la mucosa gastrointestinal y desencadenar vómitos sostenidos. Otros efectos incluyen calambres abdominales, diarrea y toxicidad cardíaca (Elinder y Friberg, 1986).	Guías para la calidad del agua de consumo (World Health Organization / cuarta edición del año 2011. OMS (2003) Antimony in Drinking-water



Compuesto / elemento químico	Consecuencia por la exposición a la sustancia	Soporte
Arsenico	Se han observado signos de arsenicismo crónico, incluidas lesiones dérmicas como hiperpigmentación e hipopigmentación, neuropatía periférica, cáncer de piel, cánceres de vejiga y pulmón y enfermedad vascular periférica, en poblaciones que ingieren agua potable contaminada con arsénico (Tseng et al., 1968; Borgoño & Greiber, 1972; Hindmarsh et al., 1977; Tseng, 1977; Zaldivar, 1980; Zaldivar & Ghai, 1980; Valentine et al., 1982; Cebrian et al., 1983).	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2011) Arsenic in Drinking-water.
Bario	Muchos informes de casos indican gastroenteritis, hipopotasemia, hipertensión aguda, problemas cardíacos, arritmia, parálisis del músculo esquelético y muerte después de la exposición oral a Bario soluble sales (USEPA, 2005). No hay evidencia de que el Bario sea carcinógeno o genotóxico. Se ha observado hipertensión aguda en informes de casos, pero los efectos pueden ser secundarios a la hipoglicemia.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2011) Barium in Drinking-water.
Cadmio	Con la exposición oral crónica, el riñón parece ser el órgano más sensible. No obstante, no hay pruebas de que sea cancerígeno por la vía oral ni pruebas concluyentes de su genotoxicidad. La toxicidad del cadmio afecta principalmente al riñón.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2003) Cadmium in drinking-water
Cobre	En estudios recientes se ha definido el umbral de concentración del cobre en el agua de consumo humano que produce efectos sobre el aparato digestivo.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2004) Copper in drinking-water
Cromo total	Trastornos gastrointestinales, diátesis hemorrágica y convulsiones.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2003) Chromium in drinking-water



Compuesto / elemento químico	Consecuencia por la exposición a la sustancia	Soporte
Mercurio	Los efectos tóxicos de los compuestos inorgánicos del mercurio se observan principalmente en los riñones, tanto en personas como en animales de laboratorio concentración suficiente, pero los dos efectos principales del envenenamiento por mercurio son alteraciones neurológicas y renales.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2005) Mercury in drinking-water
Níquel	La dermatitis alérgica de contacto es el efecto más frecuente. Se informó intoxicación por níquel en 23 pacientes que recibieron hemodiálisis (Webster et al., 1980). El dializado estaba contaminado por lixiviados de un acero inoxidable niquelado. Tanque de acero para calentador de agua. Síntomas como náuseas, vómitos, dolor de cabeza y debilidad.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. NIQUEL OMS (2005) Nickel in drinking-water
Plata	El único signo evidente de sobrecarga de plata es la argiria, una afección en la que se altera profundamente la coloración de la piel y el cabello como consecuencia de la presencia de plata en los tejidos.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. PLATA OMS (2003) Silver in drinking-water.
Plomo	Se asocia con una amplia gama de efectos, incluidos varios efectos del desarrollo neuronal, mortalidad (principalmente debido a enfermedades cardiovasculares), deterioro de la función renal, hipertensión, deficiencia de la fertilidad y resultados adversos en el embarazo. El deterioro del desarrollo neurológico en los niños generalmente se asocia con concentraciones más bajas de plomo en la sangre que los otros efectos; el peso de la evidencia es mayor para los efectos del desarrollo neurológico que para los otros efectos sobre la salud y los resultados entre los estudios son más consistentes que los referidos a otros efectos.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. PLOMO WHO (2011, revised 2016) Lead in drinking-water
Selenio	Los síntomas en las personas incluyen trastornos gastrointestinales, decoloración de la piel, dientes cariados, pérdida de cabello o uñas, anomalías en las uñas y cambios en los nervios periféricos.	Guías para la calidad del agua de consumo humano / cuarta edición del año 2011. OMS (2011) Selenium in drinking-water



De esta forma, se resumen algunos de los efectos Adversos a la Salud: Alzheimer, cáncer de piel, cáncer de vejiga, pulmón, gastroenteritis, hipertensión aguda, problemas cardíacos, problemas de riñón, trastornos gastrointestinales, convulsiones, alteraciones neurológicas y renales, náuseas, vómitos, dolor de cabeza.

A pesar de que la ingestión de agua de consumo humano no es la única vía de transmisión más frecuente, la sustancia química presente en el agua de consumo humano constituye un riesgo para la salud pública. El agua contaminada puede ser la fuente de muchas enfermedades.

Adicionalmente, como se ha indicado con anterioridad, se presenta afectación de la salud pública por contaminación del agua potable, las fuentes de agua superficial y subterránea, por infiltración de aguas residuales.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por infiltración de aguas residuales puede dar lugar a una mala calidad del agua potable, que contiene bacterias y virus puede provocar enfermedades como hepatitis, cólera.

Por último, la concentración de plomo en la sangre humana (plumbemia) permite evaluar la intoxicación por este metal. El plomo, en exceso, puede causar daños permanentes en el cerebro y al sistema nervioso, lo que puede generar diferentes diagnósticos de encefalopatías, pérdida de habilidades del desarrollo, menor coeficiente intelectual y un incremento de problemas de conducta. Asimismo, puede ser causante de anemia, daño renal, hipertensión, problemas reproductivos y daños gastrointestinales; donde Niños y mujeres embarazadas terminan siendo especialmente vulnerables a los efectos adversos del plomo (OMS, 2020; PNUMA, 2019).

2.3.3. Deterioro de las tuberías de acueducto y alcantarillado por el contacto con sustancias químicas agresivas presentes en aguas residuales y en el suelo.

El deterioro de los materiales de las tuberías y accesorios es el mayor problema al que se enfrentan las infraestructuras, especialmente frente a las aguas residuales. Sus efectos pueden impactar directamente en la salud pública y al medio ambiente, así como requerir reparaciones costosas. De hecho, de acuerdo con los reportes



realizados en el Formulario Único Territorial (FUT)³⁰, durante la vigencia 2020, en 213 municipios y distritos del país se registraron 342 actividades de mantenimiento y reparación de tuberías y accesorios de los sistemas de acueducto y alcantarillado, por valor noventa mil millones de pesos, como puede verse a continuación:

Tabla 6. Valor de actividades de mantenimiento y reparación reportada en 2020

<i>Componente</i>	<i>Valor</i>
Acueducto	\$ 56,551,422,442
Alcantarillado	\$ 33,757,782,475
Total	\$ 90,309,204,917

Fuente: Informe de Monitoreo al SGP-APSB vigencia 2021

Si bien, no se puede indicar que esta cifra corresponda directamente al deterioro de la infraestructura producto del contacto con sustancias químicas agresivas, si evidencia los sobrecostos por mantenimiento y reposición de la infraestructura de recolección y transporte de aguas residuales

Por otra parte, las tuberías debilitadas y con fugas también representan un riesgo de hundimiento y en la medida que el agua subterránea se filtra y arrastra el suelo circundante con ella, crea un vacío que eventualmente colapsa. Sumado a lo anterior, la infiltración de aguas subterráneas también le quita capacidad al sistema de recolección, llenándolo de agua que no requiere tratamiento.

- Repercusiones en el mercado interno de tuberías y accesorios necesarios para las obras de agua y saneamiento.

En el título V de la Resolución 501 de 2017 incluye las siguientes actividades de control y vigilancia:

- **La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:** se encuentra a cargo de la verificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en la misma, aplicables a las obras, equipos y procedimientos por parte de las personas prestadores.

³⁰ Informe Nacional de Monitoreo al SGP-APSB vigencia 2021 - Minvivienda.



- **Interventoría de las obras:** control de los requisitos técnicos previstos en la resolución, en las adquisiciones y construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado, y en la modificación, renovación o construcción de redes internas hidrosanitarias en las viviendas.
- **Curadurías urbanas o autoridad territorial:** exigencia del certificado de cumplimiento de la resolución en lo referente a los materiales a utilizar en la intervención de la vivienda.

Así las cosas, a pesar de que el cumplimiento de la resolución aplica en todo el territorio nacional, a través de las narrativas indicadas por algunos de los actores que remitieron observaciones al primer documento AIN publicado en la página web de este Ministerio, durante el mes de abril de 2022, se logró identificar los siguientes aspectos:

- Las acciones de inspección, vigilancia y control se realizan una vez hayan llegado los materiales a las obras, momento en el cual cualquiera de los tres actores encargados de realizar dichas acciones, puede solicitar el cumplimiento de la resolución, mediante el certificado de conformidad.
- Estas inspecciones pueden ser parte de la respuesta a visitas aleatorias o generadas producto de procesos jurídicos, denuncias, selecciones objetivas o procesos judiciales; sin embargo, en la actualidad no se realiza a la totalidad de obras.
- La Resolución 501 de 2017 aun no es ampliamente conocida en el contexto de las construcciones civiles, las curadurías y los demás actores involucrados.
- Se identificaron únicamente 3 laboratorios acreditados, para llevar a cabo pruebas de atoxicidad y de resistencia química en virtud de lo establecido en la Resolución 501 de 2017 y según las directrices de normalización establecidas por la ONAC. Algunos actores identificados acuden a certificaciones internacionales que pueden no contar con respaldo o reconocimientos internacionales a través de organizaciones y foros otorgados.
- A lo anterior, se suma el desconocimiento de estos acuerdos de reconocimiento internacional que agrupan a organismos acreditadores de todo el mundo, por



parte de productores, proveedores, importadores y comercializadores, por lo tanto, no se acogen a la eliminación de barreras técnicas al comercio y se terminan generando dobles certificaciones o pruebas de un mismo producto evaluado en diferentes países que hacen parte de estos acuerdos.

- Se carece de control a las importaciones, debido a la no exigencia de un certificado de conformidad de las tuberías, ductos y accesorios, situación que está permitiendo el ingreso – mediante paqueteo – de productos que no cumplen con ninguno de los estándares internacionales, existiendo un alto crecimiento de ingreso de contenedores respaldados por plataformas digitales como Amazon, entre otras.
- Debido a que los controles a la calidad de los productos en mención no se realizan desde el momento de ingreso al país, sino cuando ya estos materiales se encuentran en obra o en bodegas, bajo las fallas en control, vigilancia e inspección, se está permitiendo la generación de un mercado negro de tuberías, ductos y accesorios importados sin que cumplan necesariamente las especificaciones de calidad, información y rotulado, con precios menores a los establecidos en el mercado nacional.

2.4. NECESIDAD DE INTERVENCIÓN

Las anteriores causas y consecuencias generalmente expuestas, permiten indicar que, a pesar de contarse con la Resolución 501 de 2017 y de los avances en el cumplimiento de la industria productora y comercializadora nacional de tuberías, ductos y accesorios, se continúan presentando fallas a nivel de regulación en la importación de estos productos, no se presentan códigos y especificaciones en igualdad de condiciones para productores y comercializadores nacionales e internacionales, se debe fortalecer la acreditación de laboratorios ante la ONAC para la toma ensayos de atoxicidad y de resistencia química, se debe incentivar el cumplimiento de los certificados de conformidad según lo establecido en el Decreto MIC 1595 de 2015 y se debe extender el cumplimiento del certificado de conformidad a la importación de tuberías y accesorios que le permita a la Ventanilla única de la DIAN que solo puedan ingresar estos materiales con certificado validado.



3. ACTORES INVOLUCRADOS

A continuación, se presenta un mapeo general de actores identificados en la descripción del problema planteado:

Tabla 7. Actores generales identificados

Actor	Rol
Fabricantes de tuberías y accesorios	Cumplimiento de especificaciones técnicas, en virtud de normas técnicas y acuerdos comerciales. Incluye un segmento internacional de productores
Importadores de tuberías y accesorios	Personas naturales y jurídicas que, dentro de la cadena de comercialización, ingresan al país las tuberías y accesorios autorizadas, siguiendo la normatividad de los países de origen y destino.
Distribuidores de tuberías y accesorios	Personas naturales y jurídicas encargadas de la comercialización y distribución de tuberías y accesorios
Asociaciones de productores de tuberías y accesorios	Representantes agremiados de sectores químicos, plásticos, hierros, aluminios
Organizaciones ambientales	Velan por la garantía y protección de un ambiente sano en los sectores de consumo, en virtud del desarrollo sostenible
Organizaciones defensoras del consumidor	Velan por la protección de derechos y deberes de los consumidores de productos y servicios
Entidades normalizadoras	Organismos de acreditación, normalización y certificación de especificaciones y estándares
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Promueve el desarrollo económico y el crecimiento empresarial, impulsa el comercio exterior y la inversión extranjera y fomenta el turismo, fortaleciendo el emprendimiento, la formalización, la competitividad, la sostenibilidad y el posicionamiento de las empresas en el mercado local e internacional
Superintendencia de Industria y Comercio	Autoridad nacional de protección de la competencia, los datos personales y la metrología legal, protege los derechos de los consumidores y administra el Sistema Nacional de Propiedad Industrial, a través del ejercicio de sus funciones administrativas y jurisdiccionales.
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	Autoridad nacional con funciones de inspección, vigilancia y control de la verificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en la Resolución 501 de 2017, aplicables a las



Actor	Rol
	obras, equipos y procedimientos por parte de las personas prestadores.
Cámara Colombiana de la Construcción	Asociación gremial de carácter nacional sin ánimo de lucro que reúne a nivel nacional empresas y personas naturales relacionadas con la cadena de valor de la construcción.
Alianza Mundial para Eliminar el Plomo en pinturas	Se orienta a concentrar y catalizar los esfuerzos que realizan los interesados para alcanzar los objetivos internacionales de prevenir la exposición de los niños al plomo mediante pinturas que lo contengan y minimizar la exposición de los trabajadores al plomo en la pintura.
Instituciones de Formación Y Certificación	Organismos de Normalización en Colombia, organismos internacionales y regionales de normalización, que participan en la definición y el desarrollo de normas internacionales y regionales, para estar a la vanguardia en información y tecnología. SENA, Universidades, entidades certificadas ante la ONAC.
Ministerio de Salud y de la Protección Social	En el componente de salud pública orienta políticas que buscan garantizar de manera integrada, la salud de la población por medio de acciones dirigidas tanto de manera individual como colectivas ya que sus resultados se constituyen en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo.
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Orienta las políticas de vivienda y de agua potable y saneamiento básico en el país, bajo indicadores de calidad, cobertura, continuidad y aseguramiento de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.
Entidades territoriales	Velan por la garantía de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. Garantizar el cumplimiento de la normativa técnica durante el ciclo del proyecto. Curadurías deben ejercer actividades de inspección y control.
Personas prestadoras de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado	Orientados a la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en condiciones de calidad, cobertura y continuidad. Asociaciones de esquemas de aprovisionamiento en zonas de urbanas y rurales. Deben cumplir lo establecido en la Resolución 501 de 2017.
Constructores y urbanizadores	Personas naturales y jurídicas encargadas de la construcción de infraestructura orientada a servicios, edificios, viviendas y sistemas de acueducto y alcantarillado. Deben cumplir lo establecido en la Resolución 501 de 2017.



4. OBJETIVOS

El objetivo general de la intervención consiste en prevenir la presentación de riesgos para la seguridad, la vida y la salud humana, animal y vegetal, el medio ambiente y la realización de prácticas que puedan inducir a error, ocasionadas por tuberías y accesorios utilizados en el sector de agua potable y saneamiento básico.

De esta forma, se presentan los siguientes objetivos y metas específicas que surte el AIN y permite la generación del análisis de alternativas:

- ✓ Señalar los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima de requisitos técnicos, con el fin de garantizar la calidad del servicio para los tubos de acueducto y alcantarillado y sus accesorios.
- ✓ Garantizar la calidad del servicio al reglamentar los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima sobre los requisitos técnicos que deben tener presente los prestadores de servicios públicos domiciliarios, constructores y urbanizadores, para los tubos de acueducto y sus accesorios.
- ✓ Reducir al máximo los efectos que puedan generar las tuberías y accesorios de acueducto y alcantarillado a la salud, integridad y al ambiente por cuenta de alteraciones a la calidad del agua o materiales que no soporten la acción de las aguas residuales y los suelos donde van a ser instalados.
- ✓ Evitar el número de muertes y ocurrencia de enfermedades por cuenta de sustancias químicas y alteraciones generadas por tuberías y accesorios que exceden las concentraciones límites de elementos químicos contaminantes.
- ✓ Propender que las tuberías y accesorios que se utilicen en el sector de agua y saneamiento cuenten con información suficiente y se encuentren certificados de conformidad en virtud de las características, propiedades, especificaciones y normas técnicas aplicables.



- ✓ Lograr equidad entre la producción y comercialización de tuberías y accesorios de orden nacional, respecto a la importación de productos similares.
- ✓ Exigir que los tubos y accesorios importados cuenten con el certificado de conformidad de producto de acuerdo con las normas técnicas que le apliquen.
- ✓ Fortalecer las actividades de inspección, vigilancia y control en el país con relación a la calidad en los procesos de fabricación, importación, comercialización y puesta en sitio de las tuberías y accesorios de acueducto y alcantarillado.

Así las cosas, la definición de los objetivos fue realizada a través de la técnica del árbol de objetivos utilizados en la teoría pública de proyectos³¹ y la guía de elaboración de AIN³², ambas publicaciones del Departamento Nacional de Planeación, las cuales resultan similares a la utilizada en la descripción y elaboración del árbol de problemas.

De esta forma, se presenta la definición de los objetivos generales y específicos que se orientan a lograr con la intervención, mediante actividades o propósitos enfocados en la consecución del objetivo principal, el cual se obtuvo en el momento de forjar en positivo el problema que se pretende resolver.

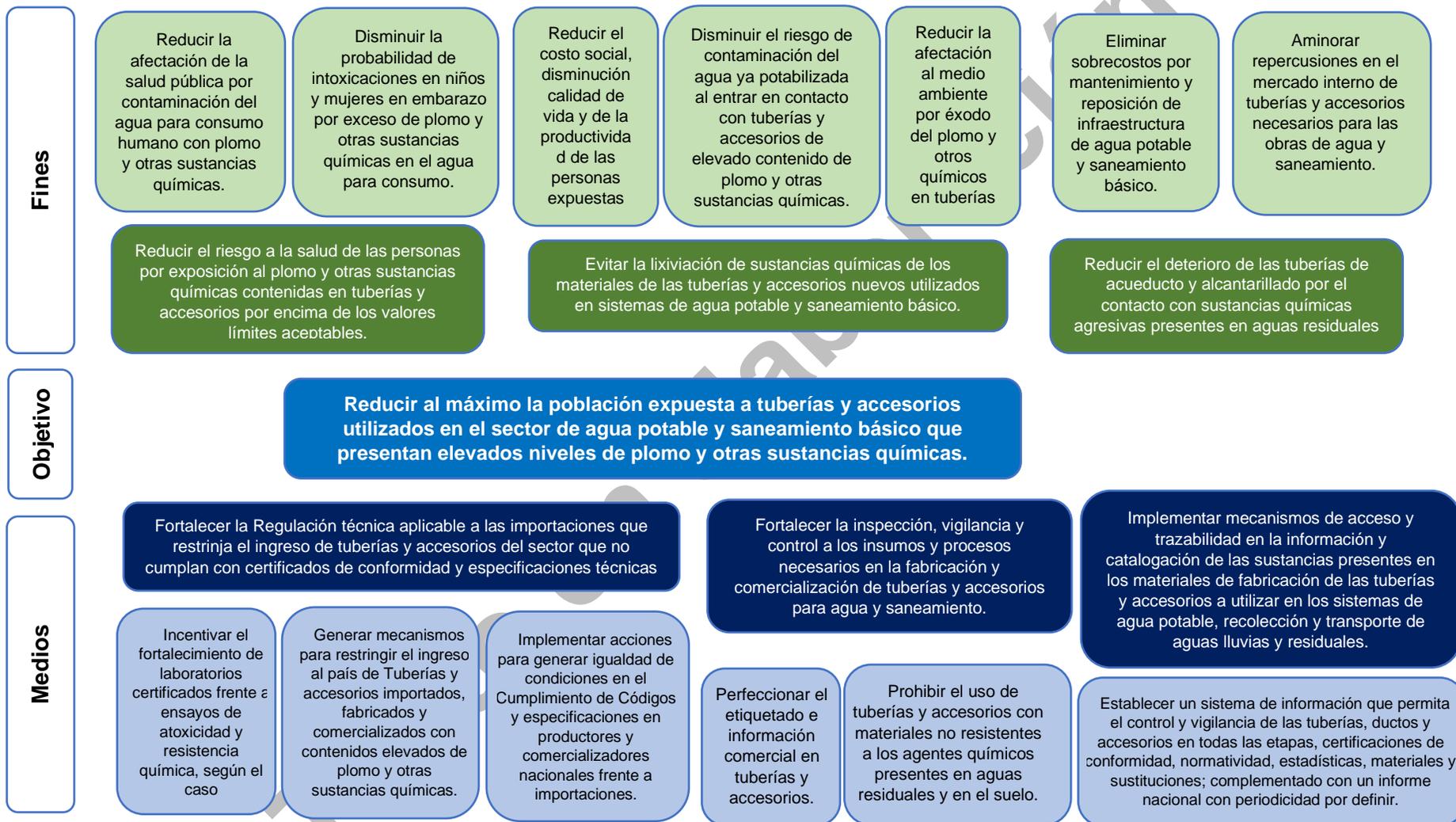
De esta forma, se presenta el árbol de objetivos de la intervención a realizar, aclarando que estos no obedecen a los objetivos propios del AIN.

³¹ Documento Guía del módulo de capacitación virtual en Teoría de Proyectos; DNP, 2020. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/MGA_WEB/Documento%20Base%20Modulo%20Teoria%20de%20Proyectos.pdf

³² Guía Metodológica para la Elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN). DNP, 2021. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/ModernizacionEstado/ERel/Guia_Metodologica_AIN.pdf



4.1. ÁRBOL DE OBJETIVOS





5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En los anteriores puntos se identificó y describió el conjunto de problemas analizados y los posibles objetivos y medios necesarios para corregir las distintas fallas evidenciadas. Por lo cual, a continuación, se describe un grupo de alternativas viables como solución del problema, generadas a partir del proceso de consulta pública realizada durante el tiempo de construcción del presente documento, fortalecido a través de la consulta adelantada con los grupos afectados, con expertos en los temas y con funcionarios de entidades del orden nacional:

- ✓ Expedición de un reglamento técnico,
- ✓ Modificación de la Resolución 501 de 2017,
- ✓ No intervención.

A continuación, se desarrollan cada una de estas alternativas propuestas:

5.1. ALTERNATIVA 1: EXPEDICIÓN DE UN REGLAMENTO TÉCNICO

Como se desagregó en el capítulo «descripción del problema»: en las diferentes reuniones sostenidas con los principales grupos³³ se indicó que, a pesar de que la Resolución 501 de 2017 garantiza el cumplimiento de los contenidos y concentraciones máximas de elementos y sustancias químicas que deben cumplir las tuberías, los ductos y los accesorios de acueducto y alcantarillado adecuados, los usos sanitarios, de aguas lluvias e los hidrosanitarios de las edificaciones. Adicionalmente, aborda los lineamientos de la composición química, de la información técnica, el etiquetado, la resistencia de materiales y el control de lixiviación. Frente a todo lo anterior, las principales empresas del país cumplen con las disposiciones de la resolución.

Sin embargo, también se ha indicado que esta resolución:

- (i) Solo tiene aplicación en el orden nacional.
- (ii) Resulta muy reciente, toda vez que su aplicación inició parcialmente en vigencia el 1º de enero de 2019; y, en su totalidad, sin ninguna excepción,

³³ El objeto y alcance de la Resolución 501 de 2017 afecta y obliga a estos grupos



el 1º de enero de 2020, lo que derogó las anteriores resoluciones, con lo cual pequeños y medianos productores podrían aun no estar cumpliendo sus disposiciones.

- (iii) La resolución presenta debilidades y limitaciones a nivel de acciones, responsabilidades y actores en torno a la inspección, la vigilancia y el control, los cuales —principalmente han sido realizadas *in situ*— han generado fallas en el control del cumplimiento de la norma en la cadena de producción/importación, distribución, puesta en obra, así como en los productos (especialmente en los importados).

Dicha situación ha generado afectación a la industria nacional por cuenta de las fallas de mercado dadas entre productores y comercializadores nacionales³⁴ con respecto a los importadores y comercializadores de productos internacionales. El problema nace en que a los productos internacionales no se les exige el cumplimiento de los certificados de conformidad como requisito para ingreso a nuestro país, ni deben cumplir con requisitos previos respecto a la constitución de naturaleza jurídica adecuada a la importación de estos productos.

Bajo este contexto, se estaría impulsando la instalación y puesta en marcha de tuberías, ductos y accesorios para agua y saneamiento sin el cumplimiento de la reglamentación nacional. Es decir, se está incurriendo en la evasión de controles en los niveles de plomo y otras³⁵ sustancias químicas; y con ello se estaría permitiendo la continua exposición de la población a estos elementos y los riesgos asociados a la salud pública.

Así las cosas, se considera como alternativa principal para solucionar esta problemática la construcción de una nueva normativa, una suerte de reglamento técnico, que permita fortalecer la regulación técnica para que cubra tanto la oferta nacional como la internacional, y que restrinja el ingreso de tuberías y accesorios del sector que no cumplan con certificados de conformidad y especificaciones técnicas. De esta forma, el reglamento tendría la capacidad de fortalecer la totalidad de la cadena de valor, permitiendo, adicionalmente, la vinculación de nuevos actores rectores de política pública sectorial como el Ministerio de Comercio, Industria y

³⁴ Quienes deben cumplir con los certificados de conformidad de los productos en los términos de la resolución, asumir los costos asociados y adaptarse a los requerimientos de inspección, vigilancia y control

³⁵ Aluminio, arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo total, mercurio, níquel, plata y selenio



Turismo; y actores de vigilancia y control, como la Superintendencia de Industria y Comercio - SIC y la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN.

En consecuencia, al analizar esta alternativa, es posible valorar los siguientes aspectos:

- (i) Las responsabilidades por competencia de cada una de las entidades vinculantes.
- (ii) El impacto a nivel de pequeños, medianos y grandes productores, importadores y comercializadores.
- (iii) Los costos y requisitos necesarios para ampliar la obligatoriedad de aplicación de Los ensayos de atoxicidad y resistencia química en tuberías, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, según normas técnicas nacionales e internacionales aplicables.
- (iv) Las acciones que permitan fortalecer la red de laboratorios certificados y los organismos de acreditación.
- (v) Los requerimientos de sistemas de información e interoperabilidad en el control y reporte de la cadena de los productos afectados en sistemas³⁶.
- (vi) Las normas técnicas aplicables y su transitoriedad por actualización.
- (vii) Las acciones a corto, mediano y largo plazo con relación a la definición de la aplicación de la reglamentación técnica de forma transitoria o completa.

Adicionalmente, esta alternativa también garantizaría el perfeccionamiento del etiquetado e información comercial en tuberías y accesorios; o sea, se fortalecería la prohibición del uso de tuberías y accesorios con materiales no resistentes a los agentes químicos presentes en aguas residuales y en el suelo en la totalidad de la cadena de valor del producto y del ciclo de inversión de los proyectos.

³⁶ el Subsistema Nacional de la Calidad – SICAL, el Sistema de Inspección Simultánea – SIIS de la Ventanilla Única de Comercio Exterior – VUCE, el Sistema de Información de Certificados de Conformidad - SICERCO, el Sistema Único de Información - SUI, el Sistema de Gestión de Información del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico - SIGEVAS y el Sistema de Inversiones en Agua Potable y Saneamiento Básico - SINAS, entre otros.



Asimismo, robustecería la toma de decisiones y las respuestas a las actividades de implementación de los lineamientos de política pública que se tomen frente a estas intervenciones y permitiría contar con información en la totalidad de la cadena de valor.

Con ello, igualmente se estaría cumpliendo el objetivo de implementar mecanismos de acceso y trazabilidad en la información y catalogación de las sustancias presentes en los materiales de fabricación de las tuberías y accesorios mediante el establecimiento de un sistema de información que permita el control y vigilancia de las tuberías, ductos y accesorios en todas las etapas, las certificaciones de conformidad, la normatividad, las estadísticas, los materiales y las sustituciones; complementado con un informe nacional con periodicidad a ser definida en virtud de las demás necesidades identificadas y capacidades institucionales.

Así las cosas, de forma inicial, esta alternativa resulta ser la solución de intervención más completa y ambiciosa a realizar por el Estado para corregir las fallas de mercado y cumplir con el objetivo del AIN. Sin embargo, puede resultar la más compleja de aplicar al requerir la intervención técnica de todos los actores involucrados a nivel de mesas de trabajo, donde se construya el anteproyecto de reglamento técnico en la fase de producción regulatoria y, en virtud del principio de transparencia en los reglamentos técnicos, debe surtir procesos de publicación y participación a nivel nacional e internacional. Esta última, en relación con los países con los cuales Colombia posee acuerdos de comercio.

Adicionalmente, al establecerse una nueva reglamentación técnica, se requiere fortalecer acciones de implementación y monitoreo. De aquí que se derive el establecimiento de requerimientos precisos sobre las actuaciones y el comportamiento de los regulados, bajo un régimen sancionatorio en el caso de que los requerimientos presenten incumplimiento.

Sin embargo, también puede crear incentivos en los grupos de interés para ejercer presión sobre las entidades regulatorias, y podría generar inflexibilidades bajo considerables costos de implementación y supervisión.

5.2. ALTERNATIVA 2: MODIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN 501 DE 2017

Con el fin de prevenir la presentación de riesgos para la seguridad, la vida y la salud humana, animal y vegetal, el medio ambiente, y la realización de prácticas que puedan inducir a error durante el horizonte de planeamiento para el cual fueron diseñados,



este Ministerio expidió la Resolución 501 de 2017³⁷, la cual tiene por objeto señalar los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima sobre los requisitos técnicos que deben tener presentes los prestadores de servicios públicos domiciliarios, constructores y urbanizadores en términos de la composición química de los tubos de acueducto y sus accesorios, integrantes en su conjunto de los sistemas de conducción y distribución de agua para consumo humano y para los tubos y accesorios integrantes en su conjunto de los sistemas de conexión, recolección y transporte final y tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales, pluviales o combinadas.

De conformidad con lo anterior, en la actualidad se hace necesario cumplir con lo establecido en la Resolución 501 de 2017 en caso de que la licitación incluya tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas, y todo lo dispuesto para el cumplimiento de los requisitos técnicos relacionados con la composición química de los materiales.

Es importante indicar que, si bien la Resolución 501 de 2007 no determina que las certificaciones de conformidad de los productos deban contar con reconocimientos internacionales otorgados por la ILAC, el ONAC, sí cuenta con acuerdos de reconocimiento internacional a través de organizaciones y foros que agrupan a organismos acreditadores de todo el mundo.

Esto da lugar a la eliminación de barreras técnicas al comercio, entre ellas, las certificaciones dobles o pruebas de un mismo producto evaluado en diferentes países que hagan parte de estos acuerdos (sin importar en cuál de estos fue evaluada la conformidad de los bienes). También, que el ONAC actualmente cuenta con reconocimientos internacionales otorgados por IAAC, como cooperación regional; ILAC, como cooperación mundial; el IAF, como foro mundial de acreditación.

No obstante, y como se mencionó arriba: la Resolución 501 de 2017 resulta ser relativamente nueva³⁸ y aún desconocida en diversos contextos de la industria de

³⁷ “Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas”.

³⁸ Su expedición fue el 2017, con aplicación parcial dada al inicio de la vigencia 2019 y en su totalidad aplicabilidad y derogatoria a partir del 1º de enero de 2020; por lo cual,



tuberías, la construcción, la urbanización y la prestación de servicios públicos. Es por esto que debe ser fortalecida a nivel de divulgación y contexto para que sea incluida en la totalidad de procesos de contratación públicos y privados a nivel nacional y territorial; asimismo, aplicada por las diferentes empresas productoras y fabricantes de tuberías, ductos y accesorios del sector, y fortalecida a nivel de organismos de acreditación, fortaleciendo la importancia de las acreditaciones y mecanismos de cooperación internacional en la evaluación de la conformidad de los productos incluidos.

Dado el análisis realizado en el AIN, esta resolución debe también ser fortalecida a nivel de acciones y participación de entidades que realicen las actividades de vigilancia, control e inspección y cubrir los estándares de fabricación, comercialización, puesta en obra y en funcionamiento, con el fin de garantizar, en todo el ciclo del proyecto, la conservación de las características de fabricación y operación con las cuales obtuvo la certificación de conformidad, y permitir la certificación de conformidad por parte de un tercero a nivel de periodicidad en la operación, mantenimiento o rehabilitación.

Así mismo, deben fortalecerse las actividades de reporte, análisis y reporte de información relacionada con la producción, importación, comercialización, puesta en marcha, vida útil, pruebas a realizar, red de proveedores de insumos, estadísticas de producción, construcción y cumplimiento, inventario, reportes y correlación de normas técnicas aplicables y sistematización interoperable y centralizada de información, apoyada de los diferentes sistemas sectoriales existentes como el SUI, el SINAS y el SIGEVAS e incluso, anclado a un nuevo desarrollo tecnológico del Sistema de Información para Vigilancia de la Calidad del Agua Potable – SIVICAP.

Así las cosas, esta segunda alternativa, al igual que la primera que fue planteada, garantizaría el fortalecimiento de las acciones de inspección, vigilancia y control a los insumos y procesos necesarios en la fabricación y comercialización de tuberías y accesorios para agua y saneamiento. También, incluiría acciones de mejora de la información relacionada con el etiquetado y catálogo comercial en los productos regulados y fortalecería la prohibición del uso de tuberías y accesorios con materiales no resistentes a los agentes químicos presentes en aguas residuales y en el suelo. También, apoyaría la toma de decisiones y las acciones de respuesta a los lineamientos de política relacionados con este sector.

Con esta segunda alternativa se cumpliría el objetivo de establecer un sistema de información que permita el control y vigilancia de las tuberías, ductos y accesorios en



todas las etapas del ciclo del proyecto de inversión, el seguimiento y validación de certificaciones de conformidad, entre otros aspectos desarrollados en la primera alternativa, en el ámbito nacional.

No obstante, las modificaciones realizadas a través de esta alternativa de intervención solo estarían dadas en el contexto nacional, presentando limitaciones en el control de acceso a las importaciones y en la prohibición del uso de tuberías y accesorios con materiales no resistentes a los agentes químicos presentes en aguas residuales y en el suelo en el proceso de ingreso al país, en caso de que no cumplan la exigencia de la certificación de conformidad.

5.3. ALTERNATIVA 3: NO INTERVENCIÓN (STATU QUO)

A pesar de las justificaciones dadas en la descripción del problema, de las acciones adelantadas por este Ministerio a partir de la expedición de la Resolución 501 de 2017 y de las obligaciones impartidas por el Congreso de la República a través de la Ley 2041 de 2020, es importante indicar que esta tercera alternativa también debe ser considerada toda vez que es una opción previsible en el mercado para la conservación del statu quo, pero también para evitar generar costos innecesarios en la economía³⁹.

Dentro de los diferentes actores y grupos afectados identificados y expertos en estos temas, la Cámara Colombiana de la Construcción – CAMACOL ha sido el gremio que mayormente se ha pronunciado en contra de las intervenciones de Estado para controlar las fallas de mercado evidenciadas. Frente a lo cual a indicando que, en el marco de reactivación económica en pro de la generación de empleo y del crecimiento social y económico del país y demás herramientas que permitan lograr la estabilización del sector, la creación de reglamentos técnicos que cambien las condiciones actuales de mercado no son oportunos y, por tanto, considera que la formulación de estos deberían ser implementados una vez sea superada esta etapa.

De esta forma, CAMACOL indica que cualquier modificación a las condiciones de producción, derivada de la revisión o creación de reglamentos técnicos, actualmente es bastante sensible y puede afectar los niveles de producción, el cumplimiento de las metas y la reactivación económica trabajadas desde todos los sectores. Por lo tanto,

³⁹ Más aún, con el actual proceso de apertura económica que vive el país, como estrategia de recuperación y reapertura suscitados por las afectaciones que trajo con sí la declaratoria de Emergencia Sanitaria frente al COVID-19, prorrogada hasta el 30 de junio de 2022, a través de 11 resoluciones emitidas desde el año 2020 por el Ministerio de Salud y de la Protección Social



la agremiación no ve oportuna la puesta en marcha de nuevas condiciones reglamentarias.

No obstante, en la mesa de industrias, y en las demás reuniones sostenidas con actores afectados y en los comentarios recibidos a través del mecanismo de participación ciudadana, entre el 13 y el 28 de abril de 2022, en la página web de este Ministerio, la gran mayoría de comentarios se enfocan en indicar la conveniencia de la intervención del Estado para garantizar condiciones adecuadas y en igualdad de condiciones entre los productores y comercializadores nacionales vs los importadores de estos productos, sumado al ya comentado mercado de tuberías y accesorios que no cumplen las condiciones de conformidad e información de que trata la Resolución 501 de 2017.

En consecuencia, con la no intervención del Estado para corregir las fallas de mercado identificadas, se corre el riesgo de fortalecer los actuales problemas estructurales que se presentan, incumplir el mandato del Congreso de la República en los términos de la Ley 2041 de 2020 y generar nuevos problemas estructurales de largo plazo.

Adicionalmente, intentar realizar una corregulación o autorregulación, en las condiciones actuales del mercado y sin la intervención del Estado, podría generar un mayor riesgo que los actores regulados logren crear obstáculos a la entrada de nuevos participantes al mercado, puedan imponer estándares innecesariamente altos, permitiendo la generación de monopolios o hasta oligopolios, donde las actividades de vigilancia, control, inspecciones y sanciones pueden resultar insuficientes o inexistentes.

Finalmente y lo más importante frente a este aspecto: la no intervención permitiría que se siga exponiendo a la población colombiana a tuberías y accesorios utilizados en el sector de agua potable y saneamiento básico que presentan elevados niveles de plomo y otras sustancias químicas.

6. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Con el fin de realizar la evaluación de las alternativas previstas en el numeral 5^o para determinar la conveniencia del tipo de intervención que se debe realizar, se efectuará a través de un análisis cualitativo de multicriterio. Lo anterior, partiendo de la dificultad que sobreviene el acceso a la información y en especial la monetización de los impactos esperados de las alternativas 5.1 y 5.2.



Así las cosas, a continuación, se describen las variables que se tendrán en cuenta para la evaluación de las alternativas:

6.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para hacer la valoración de las alternativas se tendrán en cuenta las siguientes variables de impacto y factibilidad:

Impacto

- Reducción de la afectación de la salud pública.
- Evitar el riesgo de contaminación por lixiviación de sustancias.
- Garantizar una mayor vida útil de la infraestructura.
- Corregir la falla de mercado.
- Restricción a la importación de Materiales que no cumplen con las condiciones técnicas.

Factibilidad

- Dificultad o facilidad de su Implementación a nivel territorial
- Viabilidad financiera: costo financiero de los actores para implementar la medida.
- Nivel de apropiación del sector de agua potable y saneamiento básico.
- Velocidad de implementación: tiempo para evidenciar resultados por la implementación en el corto, mediano o largo plazo.
- Temporalidad: vigencia de la alternativa en el tiempo sin necesidad de modificaciones o derogaciones.

6.2. PONDERACIÓN DE CRITERIOS

A continuación, se presenta la ponderación de criterios y variables a incorporar en el análisis de alternativas:



Tabla 8. ponderación de criterios y variables

<i>TIPO</i>	<i>VARIABLE</i>	<i>PONDERADOR</i>
Impacto	Reducción de la afectación de la salud pública.	
	Evitar el riesgo de contaminación por lixiviación de sustancias.	
	Garantizar una mayor vida útil de la infraestructura.	
	Corregir la falla de mercado.	
	Restricción a la importación de Materiales que no cumplen con las condiciones técnicas	
Factibilidad	Dificultad o facilidad de su Implementación a nivel territorial	
	Viabilidad financiera: costo financiero de los actores para implementar la medida	
	Nivel de apropiación del sector de agua potable y saneamiento básico	
	Velocidad de implementación: tiempo para evidenciar resultados por la implementación en el corto, mediano o largo plazo.	
	Temporalidad: vigencia de la alternativa en el tiempo sin necesidad de modificaciones o derogaciones.	

Elaboración propia

6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se presentan los criterios que miden el desempeño potencial de cada una de las alternativas propuestas previstas en el numeral 5º. Para hacer una comparación estandarizada del desempeño *ex ante* de las alternativas, se construyó



una matriz multicriterio, donde cada criterio se evaluó en cada alternativa, por medio de un método Delphi.

A través del Delphi⁴⁰ se llegó a un consenso sobre la votación otorgada (entre 1 y 5) para cada alternativa en cada criterio; así, la alternativa de mayor puntaje es la más viable como solución para reducir al máximo la población expuesta a tuberías y accesorios utilizados en el sector de agua potable y saneamiento básico que presentan elevados niveles de plomo y otras sustancias químicas. Dado que se contó con un grupo de (x) expertos, cada alternativa puede tener un máximo de x puntos en cada criterio, por tanto, cada alternativa puede obtener un máximo total de x puntos, dados los dos (2) criterios y 10 variables evaluadas.

Tabla 9. Matriz de criterios y alternativas

Criterio / Alternativa		Criterio / Alternativa	Criterio / Alternativa	Criterio / Alternativa
Impacto	Reducción de la afectación de la salud pública.			
	Evitar el riesgo de contaminación por lixiviación de sustancias.			
	Garantizar una mayor vida útil de la infraestructura.			
	Corregir la falla de mercado.			
	Restricción a la importación de Materiales que no cumplen con las condiciones técnicas			
Factibilidad	Dificultad o facilidad de su Implementación a nivel territorial			

⁴⁰ El método Delphi se engloba dentro de los métodos de prospectiva, que estudian el futuro, en lo que se refiere a la evolución de los factores del entorno tecno-socio-económico y sus interacciones. Es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo (Linstone y Turoff, 1975).



Criterio / Alternativa		Criterio / Alternativa	Criterio / Alternativa	Criterio / Alternativa
	Viabilidad financiera: costo financiero de los actores para implementar la medida			
	Nivel de apropiación del sector de agua potable y saneamiento básico			
	Velocidad de implementación: tiempo para evidenciar resultados por la implementación en el corto, mediano o largo plazo.			
	Temporalidad vigencia de la alternativa en el tiempo sin necesidad de modificaciones o derogaciones.			

Elaboración propia

Texto en elaboración



Bibliografía

Agency, U. E. (2002). Permeation and Leaching. *Agency, EPA United States Environmental Protection*.

Attina TM, Trasande L. (2013). Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- and Middle-Income Countries. *Environ Health Perspect*. 121: 1097–1102; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206424>.

AWWA (1966). Deterioration of Water Quality in Distribution Systems . *Journal Awwa*. Volume58, Issue10. October 1966. Pages 1307-1316 <https://awwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/j.1551-8833.1966.tb01698.x>

AWWA (1978). Determination of Vinyl Chloride Migration From Polyvinyl Chloride Pipe Into Water. *Journal Awwa*. Volume70, Issue1. January 1978. Pages 29-30 <https://awwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/j.1551-8833.1978.tb06861.x>

AWWA (2014). Selecting pump impeller materials in a “lead-free” environment *Journal Awwa*. Determination of Vinyl Chloride Migration From Polyvinyl Chloride Pipe Into Water. Volume106, Issue10 October 2014. Pages 44-50

<https://awwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.5942/jawwa.2014.106.0143> Chopra, R.N. Experimental investigation into the action of organic compounds of antimony. *Indian J. Med. Res.*, 15: 41 (1927). Cited in Browning, E. *Toxicity of industrial metals*. 2nd edition. Butterworths, London (1969).

Colomina MT et al. (2005) Concurrent exposure to aluminum and stress during pregnancy in rats: effects on postnatal development and behavior of the offspring. *Neurotoxicology and Teratology*, 27(4):565–574.

DPN (2021), Guía Metodológica para la Elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN). Grupo de Modernización del Estado. Departamento Nacional de Planeación. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/ModernizacionEstado/ERel/Guia_Metodologica_AIN.pdf

EPA. (2002). *Permeation & Leaching - US Environmental Protection Agency*. 1200 Pennsylvania Ave., NW: AWWA.

<https://www.canada.ca/en/health-canada/>. (15 de 10 de 2015). *Products and Materials that Come into Contact with Drinking Water*. Obtenido de <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/water-quality/drinking-water/products-materials-that-come-into-contact-drinking-water.html>: <https://www.canada.ca>

Friberg, L., Nordberg, G.F. and Vouk, V. *Handbook on the toxicology of metals*. Amsterdam. 709 pp. (1979).



GBD (2017). Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990– 2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392: 1923–94.

Health Canada (1999). Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Guideline Technical Document. Antimony. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-antimony.html>

Iain Naismith, J. J. (17 de marzo de 2017). *Drinking Water Directive (98/83/EC): : Study on materials in contact with drinking water*. Obtenido de <https://www.umweltbundesamt.at/>.

Iain Naismith, J. J. (2017). *Study on materials in contact with drinking water*. Austria: Umweltbundesamt GmbH. Obtenido de <https://www.umweltbundesamt.at/>

Minvivienda. (2021) Informe Nacional de Monitoreo a los recursos del Sistema General de Participaciones para Agua Potable y Saneamiento Básico (SGP-APSB).

Minvivienda. (2017). *Resolución MVCT 501* . Bogota: MVCT.

Minvivienda. (2022). INFORME DE SEGUIMIENTO - Inspección ocular al proyecto de acueducto denominado “CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO MUNICIPIO DE LOS CORDOBAS, CANALETE Y PUERTO ESCONDIDO”, <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/seguimiento-proyecto-cordoba-vf-.pdf>

NSF INTERNATIONAL. (s.f.). *Drinking Water System Components – Health Effects*. Michigan. Obtenido de https://www.nsf.org.cn/en/our-services/service-by-industry/water_and_wastewater/municipal-water-treatment/nsf-ansi-standard-61

Ohno Ket al. (2009) Plant capacity affects some basic indices of treated water quality: multivariate statistical analysis of drinking water treatment plants in Japan. *Journal of Water Supply: Research and Technology–Aqua*, 58(7):476–487.

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano cuarta actualización*. Ginebra: WHO Graphics, Suiza.

Organization, W. H. (2003). *Chromium in drinking-water*. Ginebra: WHO.

Organization, W. H. (2003). *Silver in drinking-water*. Ginebra: WHO.

Organization, W. H. (2016). *Barium in Drinking-water*. Ginebra: WHO.

Organization, W. H. (WHO (2011, revised 2016)). *Lead in drinking-water*. Ginebra: WHO.



Poon, R. Personal communication (1998). Environmental Health Directorate, Health Canada, Ottawa.

PNUMA (2019). Actualización del Estado Global de los Límites Legales de Plomo en la Pintura- Septiembre 2019. Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (ONU Medio Ambiente).

Symons, J. L. (2002). *The Drinking Water Dictionary*. Cleveland: AWWA.

WHO(2004). Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd ed., Volume 1: Recommendations, World Health Organization, Geneva.

WHO(2006). Guidelines for Drinking-water Quality, 1st Addendum to the 3rd ed., Volume 1: Recommendations, World Health Organization, Geneva.

WHO (2007) Aluminium from all sources, including food additives. In: Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Geneva, World Health Organization, pp. 110–208 (WHO Food Additives Series, No. 58; http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241660587_eng.pdf).

WHO (2013) Aluminium in drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Pp. 1-23.

World Health Organization . (2011). *Arsenic in drinking-water*. Ginebra: WHO.

World Health Organization. (2003). *Antimony in Drinking-water*. Ginebra: WHO.

World Health Organization. (2003). *Cadmium in drinking-water*. Ginebra: WHO.

World Health Organization. (2004). *Copper in drinking-water*. Ginebra: WHO.

World Health Organization. (2005). *Mercury in drinking-water* . Ginebra: WHO.

World Health Organization. (2005). *Nickel in drinking-water* . Ginebra: WHO.

World Health Organization. (2010). *Aluminium in drinking-water*. Ginebra.

World Health Organization. (2011). *Selenium in drinking-water* . Ginebra: WHO.

www. Trenchlesspedia.com. (s.f.). *www. Trenchlesspedia.com*. Obtenido de *www. Trenchlesspedia.com*: <https://www.trenchlesspedia.com/definition/2598/chemical-resistance>



ANEXO 1.

Empresas nacionales certificadas con el alcance de la Resolución 501 del 2017:

Empresas Nacionales e Internacionales				
<i>Razón Social</i>	<i>NIT</i>	<i>Ciudad</i>	<i>País</i>	<i>Número del Certificado</i>
ACCESORIOS Y VALVULAS APOLO S.A.S	9009416800	Itagüí	Colombia	CSR -CER624632
ACUATUBOS S.A.S	8002263601	Envigado	Colombia	CSR -CER636360
AGUAS Y ENERGIAS S.A.S	9005910871	Medellín	Colombia	CSR -CER693218
CELTA S.A.S.	8001645901	Atlántico Soledad	Colombia	CSR -CER660662
CEMENTOS Y SOLVENTES S.A.	8000987777	Bogotá D.C.	Colombia	CSC -CER735037
COLCERAMICA S.A.S	86000025365	Funza	Colombia	CSR -CER711827
Colombiana de extrusión S.A. – EXTRUCOL	8000223714	Bucaramanga	Colombia	CSR -CER660176
COMERCIALIZADORA S&E Y CIA S.A.	8001906653	Itagüí	Colombia	CSR - CER625282
COMPAÑIA DE DISTRIBUCION FERRETERA S.A.S COMFERRETERA S.A.S	9000630266	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER800789
COMPAÑIA GENERAL DE PLÁSTICOS LIMITADA G PLAST LTDA	8605210797	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER686201
CONCRETOS E INGENIEROS S.A.S.	9009202102	Dosquebradas Risaralda	Colombia	CSR -CER612023
COREMA S.A.S.	8000234219	Palmira Valle Del Cauca	Colombia	CSR -CER651324
DICOL LTDA.	8600424311	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER737612
DURMAN COLOMBIA S.A.S.	8000331596	Madrid Cundinamarca	Colombia	CSR -CER660061



Empresas Nacionales e Internacionales				
Razón Social	NIT	Ciudad	País	Número del Certificado
ETERNA S.A.	860002274 0	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER705573
FUNDICIONES DE LIMA S.A.	890103152 3	Sabana grande Atlántico	Colombia	CSR -CER635966
HELMAN S.A.S	860509042 6	Soacha Cundinamarca	Colombia	CSR -CER717368
HERRAJES Y MONTAJES GONZALEZ CIA S.A.S.	800248293 9	Medellín	Colombia	CSR -CER650144
INDUSTRIA COLOMBIANA DE PLÁSTICOS S.A. S - IMEC S.A.S	890304611 5	Yumbo Valle Del Cauca	Colombia	CSR -CER694994
INDUSTRIAS CONCREAR S.A.S.	900938988 2	Dosquebradas Risaralda	Colombia	CSR -CER822817
KAIZEN GROUP INGENIERÍA S.A.S.	901101746 8	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER674616
MANUFACTURAS DE CEMENTO SA – TITAN	860003012 2	Cota Cundinamarca	Colombia	CSR -CER612060
METALURGIA CONSTRUCOL COLOMBIA S.A. METACOL	830023458 1	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER656014
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.	860005050 1	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER658416
NEMA INGENIERÍA S.A.S	900076133 2	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER787161
NUÑEZ & CO INGENIERIA Y CONSULTORIA SAS	900605908 4	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER789241
O-TEK CENTRAL S.A.S	900839078 0	Turbaco Bolívar	Colombia	CSR -CER673816
PARTES Y COMPLEMENTOS PLASTICOS S.A.S.	800027765 5	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER685729
PAVCO DE OCCIDENTE SAS	817001528 5	Guachené Cauca	Colombia	CSR - CER276517
PLEXIN S.A.S.	800007473 4	Funza Cundinamarca	Colombia	CSR -CER654005
PREFABRICADOS E INNOVACIONES ZANZIBAR S.A.S.	900201895 2	Medellín Antioquia	Colombia	CSR -CER694153
PRODUCTOS MORGAN S.A.S	800133749 0	Tenjó Cundinamarca	Colombia	CSR -CER685891



Empresas Nacionales e Internacionales				
Razón Social	NIT	Ciudad	País	Número del Certificado
PVC GERFOR S.A.	860502509 1	Cota Cundinamarca	Colombia	CSR -CER60268
SAINT GOBAIN DE COLOMBIA S.A.S	830041598 9	Madrid Cundinamarca	Colombia	CSR -CER675783
SOLETANCHE BACHY CIMAS S.A.	830035702 4	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER659026
SOLUCIONES EN DISEÑO E INGENIERIA S.A.S	900677124 5	Facatativá Cundinamarca	Colombia	CSR -CER67580
TECNO-FIX S.A.S.	900229816 2	Bogotá D.C.	Colombia	CSR -CER772608
TECNOLOGIA EN CUBRIMIENTO S.A. TOPTec S.A. Y MANILIT S.A.	890805453 8	Manizales Caldas	Colombia	CSR -CER714302
TIGRE COLOMBIA S.A.S.	900188396 3	Cota Cundinamarca	Colombia	CSR -CER630694
TUBOS Y PLASTICOS EXTRUIDOS S.A. – TUBOPLEX	900076109 5	Bogotá D.C.	Colombi	CSR -CER613068
TECVAl S.A.S	860530357	Bogotá	Colombia	CO20.01524
ROTOPLAST S.A	890942987	Itagüí /Antioquia	Colombia	CO20.01402
HIDROCONSULTING SAS	900130297	Bogotá	Colombia	CO02001209
PRODUCTORA INTERAMERICANA DE PLASTICOS POLINTER SAS	900396116 1	Bogotá	Colombia	C020.00498
KAIZEN GROUP INGENIERIA SAS	901101746	Tocancipá, Cundinamarca	Colombia	CO21.00650
GRICOL S.A.	830092830 1	Bogotá	Colombia	C021.00671
Empresas Internacionales				
SODIMAC COLOMBIA	800242106	Ningbo P, P-R	China	CO20.01389
Tubac, S. de R.L. de C.V.	TUB03052 83F3	Nuevo León	México	CSR -CER791374
TUBEXA INDUSTRIAL LTDA	765907209	Lampa Región Metropolitana	Chile	CSR -CER772356
TUBOS Y PLASTICOS TIGRE ADS DE CHILE LTDA	76063753K	Santiago Región Metropolitan	Chile	CSR -CER798505



Empresas Nacionales e Internacionales				
<i>Razón Social</i>	<i>NIT</i>	<i>Ciudad</i>	<i>País</i>	<i>Número del Certificado</i>
HIDROMED S.A	830144460	Saint-Louis Cedex	Francia	CO21.00004
JEN S.A.	860001386 2	ZHEIJIANG Providence, P-R	China	CO20.00465
NTG PLASTIK SANAYI VE TIC AS	325003313 8	Karapurcek- Sakarrya	Turquía	CO20.01918
EZ-FLO INTERNATIONAL	817602948 7	Ningbo P,P-R	China	CO20.03001
PIPES PROJECTS ERL	131886361	Linyi City Shandong Prov	China	CO20.03052
GEORG FISCHER SA DE CV	61012569	Nuevo Leon	México	CO21.00655
PLASSON LTD.	512865254	Ma´Agan Michael	Israel	CO20.02392
NUEVA TERRAIN S. L.	ESB01388 230	VITORIA- GASTEIZ ÁLAVA	España	CSC -CER736709
PLASTITALIA S.p.A	183460083 3	Brolo Sicilia	Italia	CSR -CER777147

Fuente: Icontec y Bureau Veritas,2021

Nota 1: es importante indicar que cada certificado cuenta con un anexo el cual relaciona, detalladamente, los productos y referencias cubiertos por la certificación. Lo anterior, no sugiere necesariamente el cumplimiento de la totalidad del portafolio de productos de las empresas que aparecen listadas está dentro del alcance.

Nota 2: En la etapa final del documento se realizará una actualización y ajuste del listado de personas naturales y jurídicas que cumplen la conformidad establecida en la anterior tabla.

Nota 3: El presente AIN debe surtir el proceso final de construcción de las etapas finales: evaluación y selección de alternativas, conclusiones y alternativa elegida, e Implementación y monitoreo.

Nota 4: A partir del mes de agosto de 2022, este Ministerio iniciará actividades de convocatoria a mesas de trabajo con los actores involucrados identificados, con el objetivo de retroalimentar el proceso de análisis y propiciar la construcción del anteproyecto de intervención, para lo cual agradecemos remitir los datos de contacto de su entidad o compañía al correo jestupinan@minvivienda.gov.co