



**PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE
CONTINGENCIA POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, EN EL
MARCO DE LA SOLICITUD DEL PERMISO DE EMISIONES, EN LA
JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA
ORINOQUIA – CORPORINOQUIA**

Ángela María Otálora Lima

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C., 2018

**PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE
CONTINGENCIA POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, EN EL
MARCO DE LA SOLICITUD DEL PERMISO DE EMISIONES, EN LA
JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA
ORINOQUIA – CORPORINOQUIA**

Ángela María Otálora Lima

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de: **Ingeniera
Ambiental**

Directora: Lorena Nieto Vargas
Codirectora: Natalia Velásquez Robayo

Gestión Ambiental

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C., Colombia
2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Nota de Salvedad de Responsabilidades Institucionales

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Dedicatoria

A mi padre

Por siempre haber estado a mi lado, por luchar día a día para darme todo, por haberme apoyado y ayudado en todo este proceso y en la vida, por la motivación constante, por su buen ejemplo para ser una mejor persona, pero más que nada, por su amor incondicional.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, por haberme guiado en este camino, por darme fortaleza y no dejarme desfallecer en los momentos de debilidad, por llenarme cada día de salud, amor, paz y discernimiento.

Por su apoyo, paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento, por su capacidad para guiarme en el desarrollo de este trabajo y por ayudarme a crecer profesionalmente, agradezco de manera sincera a mi directora Lorena Nieto y mi codirectora Natalia Velásquez.

Gracias a mi madre, que desde la distancia siempre tuvo las palabras correctas para no dejarme caer, para enfrentar los momentos de angustia y dificultad.

Y de manera cordial, le agradezco a Corporinoquia y a cada uno de las personas que trabajan allí, por la oportunidad de aprender, por sus enseñanzas y buena disposición.

Tabla de Contenido

Resumen.....	9
Palabras Clave.....	9
Abstract.....	9
Key words.....	9
1 Introducción.....	10
2 Planteamiento del problema.....	10
3 Objetivos.....	12
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4 Justificación.....	12
5 Marco de referencia.....	14
5.1 Estado del arte.....	14
5.2 Marco conceptual.....	16
5.3 Marco teórico.....	19
5.3.1 Riesgos ambientales por emisiones atmosféricas en una refinería de petróleo.....	20
5.3.2 Contingencia ambiental por contaminación atmosférica y su asociación con síntomas y signos respiratorios y oculares.....	21
5.3.3 Development of dense gas dispersion model for emergency preparedness.....	21
5.3.4 Guidelines on Air Pollution Control Techniques and Devices (Directrices sobre técnicas y dispositivos de control de la contaminación del aire).....	22
5.3.5 Directrices para la elaboración de planes de acción locales para mejorar la calidad del aire.....	23
5.3.6 Taking Action on Air Pollution Control in the Beijing-Tianjin-Hebei (BTH) Region: Progress, Challenges and Opportunities (Tomar medidas sobre el control de la contaminación atmosférica en la región de Beijing-Tianjin-Hebei (BTH): avances, desafíos y oportunidades).....	25
5.3.7 Lineamientos para un programa de protección de la salud durante episodios atmosféricos....	25
5.3.8 Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: análisis del proceso.....	26
5.3.9 Propuesta de procedimiento para el Control de Emisiones Atmosféricas en ambientes urbanos.....	26
5.3.10 A contingency approach to planning: Planning with goals and planning without goals.....	27
5.3.11 Emergency planning for chemical spills.....	27
5.3.12 Decreto 1076 de 2015 (Decreto 948 de 1995).....	28
5.3.13 Resolución 2153 de 2010.....	30
5.3.14 Planes de contingencia.....	31
5.3.15 Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica.....	32
5.4 Marco Legal.....	32
5.5 Descripción del territorio.....	36
6 Metodología.....	37
6.1 Cronograma.....	40
7 Resultados.....	41
7.1 Resultados del objetivo 1.....	41
7.2 Resultados del objetivo 2.....	47

7.3 Resultados del objetivo 3.....	48
8 Análisis y discusión de resultados.....	49
9 Conclusiones.....	51
10 Recomendaciones.....	52
Referencias bibliográficas.....	52
Anexos.....	56
Anexo 1. Cronograma de actividades.....	56
Anexo 2. Cuestionario de preguntas abiertas para los profesionales que han tenido a cargo trámites relacionados con la aprobación de PCCA.....	57
Anexo 3. Lineamientos y directrices para la elaboración de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica.....	58
Anexo 4. Procedimiento del trámite para la aprobación de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica.....	64
Anexo 5. Lista de Chequeo para la revisión preliminar para la evaluación del Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica.....	75
Anexo 6. Formato para la visita técnica de inspección ocular para la evaluación del Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica.....	78

Listado de Tablas

Tabla 1. Marco normativo.....	32
Tabla 2. Descripción de la metodología.....	38
Tabla 3. Lista de actividades dentro de la jurisdicción de Corporinoquia que requieren PCCA.....	41
Tabla 4. Lineamientos resultados de las entrevistas y la revisión de la normatividad ambiental....	44

Listado de Figuras

Figura 1. Pasos para la elaboración de un plan de acción.....	24
Figura 2. Ubicación geográfica de la jurisdicción de Corporinoquia.....	36
Figura 3. Mapa de la jurisdicción de Corporinoquia.....	36
Figura 4. Gráfica de los resultados de la pregunta 1 de las entrevistas realizadas.....	43
Figura 5. Gráfica de los resultados de la pregunta 2 de las entrevistas realizadas.....	43
Figura 6. Gráfica de los resultados de la pregunta 3 de las entrevistas realizadas.....	43
Figura 7. Gráfica de los resultados de la pregunta 4 de las entrevistas realizadas.....	43
Figura 8. Procedimiento de entrega.....	48
Figura 9. Estructura del protocolo propuesto.....	49

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla un protocolo para la elaboración y evaluación de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica (PCCA) como requisito primordial para el desarrollo de algunas actividades como, la exploración y explotación de hidrocarburos, dentro de la solicitud del permiso de emisiones para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA, teniendo en cuenta que, actualmente no se cuenta con ninguna herramienta de gestión documental para este trámite; por lo cual, se presenta el protocolo que utiliza una metodología basada en una investigación con enfoque cualitativo y alcances exploratorio y descriptivo, utilizando como instrumentos la revisión bibliográfica, entrevistas y datos cualitativos. Como resultados principales, se obtuvieron los lineamientos más relevantes que deben ser incluidos dentro de un PCCA, el procedimiento interno desde la recepción de la solicitud e instrumentos de evaluación como la lista de chequeo para la revisión preliminar de la solicitud y el formato de campo para las visitas técnicas de inspección ocular. Se logró concluir que existen oportunidades de mejora y ajustes en las herramientas actuales de gestión documental de la corporación, ya que, hasta el momento, la disposición legal con relación a los PCCA no se ha cumplido. Y, por lo tanto, se recomienda profundizar en este tipo de temas y no limitarse a lo establecido por la normatividad nacional ambiental, reforzando en la comunicación con los usuarios que requieran o realicen dicho trámite.

Palabras Clave: Plan de contingencia, Contaminación atmosférica, Emisiones

Abstract

This document develops a protocol to elaborate and evaluate Contingency Plan for Atmospheric Pollution (PCCA), as primordial requirement commitment to some activities like exploration and exploitation of hydrocarbons, in the request of emission permission to jurisdiction of Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia –CORPORINOQUIA, inasmuch as currently, it does not count with any documentary management tool to this procedure; so it presents the protocol using a methodology based on an investigation focused qualitatively and a scope exploratory and descriptive, using as tool, bibliographic review, interviews and qualitative data. As principal results, it was obtained the most important guidelines that must be include within a PCCA, the internal procedure since request reception and tools of evaluation like the check list to preliminary review of the request and the field format to technical visits. It was possible to conclude that are lacks existing in currently management tools of this corporation, being that, until now, the legal disposition related with PCCA, it has not been accomplished. Therefore, it is recommended to deepen in this kind of topics and not self-limited to the national environmental legislation, reinforcing communication with users whom require or do this procedure.

Key Words: Contingency plan, Atmospheric pollution, Emissions.

1. Introducción

Actualmente, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA, al igual que todas las corporaciones en las diferentes regiones del país, cuenta con diversas herramientas para la gestión de trámites y/o servicios ambientales, así como el control de gestión documental para el usuario, que facilitan y agilizan el proceso de evaluación de las solicitudes presentadas ante esta Autoridad Ambiental. A pesar de esto, este tema no ha sido abarcado totalmente, puesto que, aún es necesario establecer herramientas en cuanto a trámites muy específicos, además, existen falencias en los procedimientos o herramientas con las que se cuenta actualmente; un ejemplo de esto son los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, los cuales se encuentran establecidos dentro de la legislación ambiental colombiana, inmersos dentro del permiso de emisiones para aquellas actividades productivas relacionadas con hidrocarburos, pero que hasta el momento en esta corporación, no se ha articulado o consolidado una herramienta o instrumento para realizar la evaluación de este tipo de trámites, estandarizando los requerimientos y procedimientos para el mismo.

Es por esto que surge la necesidad de crear un protocolo que establezca el paso a paso del trámite, incluyendo la elaboración del mismo plan y, claramente, el trámite legal para la obtención de la aprobación de los Planes. Esto representa una gran contribución tanto a la Corporación, como para otras Corporaciones que pueden tener esto como base para la articulación de instrumentos propios para su jurisdicción, para el desarrollo normativo del país, y para el desarrollo investigativo de este tipo de temas. Es importante aclarar que el objetivo general de un Plan de Contingencias es servir como herramienta para la intervención y manejo de situaciones de peligro, en las que, por eventos relacionados directamente con las emisiones atmosféricas, se ponga en riesgo el ambiente, con la realización de actividades dirigidas a prevenir, mitigar y corregir los daños que se puedan ocasionar mediante criterios unificados y coordinados; por lo tanto, es importante que la corporación, como Autoridad Ambiental, determine los lineamientos que sirvan como herramienta estándar para enfrentar estas situaciones, y evitar las afectaciones que se puedan presentar.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este trabajo es desarrollar un protocolo para Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, estableciendo los lineamientos y/o directrices para su elaboración, sus respectivas herramientas de gestión para la entrega, validación y evaluación, estructurando una lista de chequeo para la revisión preliminar de las solicitudes, el procedimiento a seguir desde la recepción de la solicitud hasta la aprobación o negación de los planes, y el formato de campo para las visitas técnicas de inspección ocular para el proceso de evaluación; todo con el fin de generar un aporte significativo en la gestión de trámites y/o servicios ambientales de Corporinoquia.

2. Planteamiento del problema

Actualmente en la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – Corporinoquia, cuentan con diferentes términos de referencia, protocolos, lineamientos y procedimientos, en cuanto a la gestión de trámites y servicios ambientales, que han sido establecidos internamente; sin embargo, aún existen algunas disposiciones o reglamentaciones que no cuentan con este tipo de herramientas, y dificultan la evaluación de las solicitudes allegadas a la entidad, e incluso la regulación del cumplimiento de la

normatividad ambiental, un ejemplo de esto, son los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica (PCCA).

El Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, en su artículo 2.2.5.1.1.2, define la contaminación atmosférica como el fenómeno de acumulación o de concentración de sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas. (Decreto 1076, 2015)

La legislación colombiana tiene una gran variedad de normas, leyes, decretos, etc., relacionadas con el sector ambiental, sin embargo, aún existen algunos temas que no han sido establecidos, y es necesario que se desarrollen para establecer un orden o una estandarización en el país sobre los mismos. Un ejemplo de esto, son los Planes de Contingencia por contaminación atmosférica, los cuales están establecidos en el libro 2, parte 2, título 5, sección 9: medidas para la atención de episodios de contaminación y plan de contingencia para emisiones atmosféricas, en el artículo 2.2.5.1.9.3 del Decreto 1076 del 2015 como obligación para quienes exploren, exploten, manufacturen, refinen, transformen, procesen, transporten, o almacenen hidrocarburos o sustancias tóxicas que puedan ser nocivas para la salud, los recursos naturales renovables o el ambiente (Decreto 1076, 2015).

Teniendo en cuenta que la función que tienen las Corporaciones Autónomas Regionales, como autoridades ambientales competentes, de evaluar y aprobar estos Planes de Contingencia, que deben ser incluidos al momento de solicitar el permiso de emisiones atmosféricas; se hace necesario que estas entidades brinden las directrices para la elaboración de estos documentos, para así poder cumplir con tal función como lo estipula actualmente el Artículo 2.2.5.1.9.3., del Decreto 1076 de 2015.

La Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA, aún no ha articulado o adaptado los términos de referencia específicos para la elaboración de Planes de Contingencia para estas actividades, y al ser presentados con fines de aprobación, dificulta el procedimiento de evaluación toda vez que la carencia de esta directriz, “faculta” al profesional asignado a requerir de acuerdo a criterios técnicos personales. Por lo cual, surge la necesidad de establecer lineamientos para la elaboración de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica y proporcionar a los usuarios de la Corporación, una guía estandarizada para cumplir con el requisito.

Considerando lo anterior, Trujillo, define los Planes de Contingencias como todos los procedimientos de una organización para permitir el funcionamiento adecuado de la misma, aun cuando algunas de sus funciones se vieran afectadas por un accidente interno o externo, y luego de presentarse una emergencia que pudo ser atendida gracias a los planes de contingencias. (Trujillo, 2011) Por lo cual, se puede decir que un Plan de Contingencia es una herramienta tipo preventivo, predictivo y reactivo, estructurado estratégicamente y operativamente, para ayudar a controlar y mitigar situaciones de emergencia y minimizar sus consecuencias, mediante procedimientos alternos al funcionamiento

normal de una organización, cuando alguna de sus funciones usuales se ve intervenida por eventos adversos internos o externos.

El Artículo 4, del Decreto 979 de 2006, “por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995”, definió los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, como “(...) el conjunto de estrategias, acciones y procedimientos preestablecidos para controlar y atender los episodios por emisiones atmosféricas que puedan eventualmente presentarse en el área de influencia de actividades generadoras de contaminación atmosférica”. (Decreto 979, 2006).

Es por esto que, con un protocolo que determine cada paso o etapa, desde el establecimiento de los lineamientos o directrices que deben contener los Planes, el procedimiento interno de evaluación, hasta las herramientas de evaluación y validación, supliría una de las necesidades que hoy en día tiene la Corporación, y contribuiría con la agilización del trámite y la disminución del tiempo del mismo.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Diseñar los lineamientos para la elaboración de Planes de Contingencia por contaminación atmosférica para actividades industriales, dentro del marco de la solicitud del permiso de emisiones allegados a la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA.

3.2. Objetivos específicos

- Establecer las directrices específicas para la elaboración de Planes de Contingencia por contaminación atmosférica.
- Diseñar un procedimiento para entrega, validación y gestión del Plan de Contingencia tanto para los usuarios como para la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA.
- Establecer una metodología de evaluación para validación de lineamientos por parte de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA.

4. Justificación

La contaminación de aire en el país es causada principalmente por el uso de combustibles fósiles, ya sea por fuentes de emisiones móviles, fijas o aéreas. El 41% del total de las emisiones se genera en las principales ciudades del país donde Bogotá lidera, seguida por Medellín y Cali. Las mayores emisiones de material particulado menor a 10 micras (PM10), de óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO) son ocasionadas por fuentes móviles (vehículos, motocicletas, trenes, aviones, barcos, etc.), que son los que utilizan fuentes fósiles de energía mientras que las partículas suspendidas totales (PST) y los óxidos de azufre (SOx) son generados por las fuentes fijas como establecimientos industriales y termoeléctricos, principalmente. La participación de los distintos sectores en la contaminación del aire es: 86% en el transporte terrestre, 8% en la industria, 3% termoeléctricas, 2% en los sectores residencial y comercial y 1% en el transporte aéreo. (Conpes 3344, 2005)

La contaminación del aire es una de las mayores preocupaciones para los colombianos ya que es el mayor generador de costos sociales después de la contaminación del agua y de los desastres naturales. Estos costos han sido estimados en el 2004, como 1.5 billones de pesos anuales y están relacionados con efectos sobre la salud pública, mortalidad y morbilidad. El contaminante monitoreado de mayor interés, dado sus efectos nocivos sobre la salud humana es el material particulado (PM10 y PST), ya que con frecuencia las concentraciones de este contaminante superan los estándares ambientales de la regulación vigente. Por lo tanto, se ha identificado que el aporte más importante de emisión de contaminantes a la atmósfera proviene principalmente de las industrias y el rodaje del parque automotor, para lo cual se han establecido algunas medidas. (Conpes 3344, 2005)

Consciente de la problemática y del impacto que genera la contaminación atmosférica, en los últimos años el país ha establecido medidas a nivel normativo, institucional, y operativo que se han mejorado y actualizado contando con herramientas claras para afrontar la situación de la calidad del aire, que incluyen elementos para el control de las emisiones atmosféricas y de ruido generadas por fuentes fijas y móviles y mejora en la calidad de los combustibles. Es aquí donde la legislación colombiana debe cumplir un papel fundamental previniendo, controlando y/o mitigando esta problemática, proyectando jurisprudencia, que establezca un rigor legal para que exista una sinergia entre las actividades antrópicas y el ambiente.

Los planes de contingencia, son una herramienta de gran importancia en el desarrollo de una organización o una actividad productiva, puesto que estos permiten estar un paso adelante y superar el momento en el que cualquier eventualidad o episodio ocurra y que pueda producir daños, pérdidas o costos importante; de modo que, los planes de contingencia se deben preparar previendo futuros acontecimientos. (Trujillo, 2011)

Sin planes de contingencia, en la eventualidad en que se presente una emergencia, se carecería de un esquema de actividades para controlar, corregir o mitigar la situación generadora. Al contar con los lineamientos para la elaboración de planes de contingencia por contaminación atmosférica, generados por actividades industriales, en la jurisdicción, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA, dentro de sus funciones de Planeación, Asesoría y Educación, legalmente asignadas, estaría aportando a la realización de actividades de prevención y control de desastres, promovería y desarrollaría la participación comunitaria en los programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de educación y manejo adecuado de los recursos naturales, impulsaría el fortalecimiento del desempeño ambiental en actividades industriales, e internamente y en sus procesos administrativos y de evaluación, agilizaría el trámite con fines de aprobación. La serie de consecuencias por la carencia de un plan de contingencia, a su vez puede llegar a repercutir en la economía y buena imagen de las organizaciones que se vean implicadas en este tipo de acontecimientos.

Si se cuenta con los lineamientos y directrices para la elaboración de los planes de contingencia por contaminación atmosférica, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA aumentaría su productividad en cuanto a la evaluación de las solicitudes de permisos ambientales que llegan día a día, dado que, estos lineamientos y directrices, agilizarían el proceso de evaluación y el trámite para su aprobación; además, esto es un complemento de los

requerimientos que realiza la autoridad ambiental dentro del permiso de emisiones. Es por esto, que se propone este protocolo como medida de solución para la problemática o falencia que se presenta actualmente en la Corporación, contribuyendo como una herramienta de gestión para trámites y servicios ambientales.

5. Marco de referencia

Como marco de referencia se podrá encontrar una síntesis de información secundaria producto de la investigación respectiva realizada con el fin de soportar y dar validez al mismo. Se consideran antecedentes, estudios, normas y documentos que se relacionan con el tema objeto de este proyecto, para de esta manera, proporcionar un soporte legal, teórico y técnico, como parte fundamental.

5.1. Estado del arte

Los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica (PCCA) han sido herramientas de gran utilidad, especialmente para zonas donde la calidad del aire se ha visto seriamente afectada. En varios países y ciudades, como Perú, México y la ciudad de Medellín, se han planteado varios planes o programas con el fin de prevenir, controlar y mitigar estos episodios o eventos que puedan presentarse y llegar a ocasionar impactos significativos.

La principal actividad económica de La Oroya, capital de la Provincia de Yauli, es la industria metalúrgica, la cual tiene serias repercusiones en tanto en la calidad de aire como en la salud de la población, lo que representa el 99,72 % de las emisiones; debido a esto, en el 2001 la ciudad fue declarada como una zona de atención ambiental prioritaria y se decretó que esta debía contar con un plan de contingencia para los contaminantes dióxido de azufre (SO₂) y material particulado (PM). (Decreto 015, Consejo Nacional del Ambiente, 2007)

Por lo cual, mediante Decreto No. 015 – 2007 del Consejo Nacional del Ambiente – CONAM, se aprobó el “*Plan de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire en la Cuenca Atmosférica de La Oroya*”, tomado como un instrumento de gestión ambiental que determina los objetivos, medidas y mecanismos con el objetivo de orientar las acciones para prevenir, reducir y mitigar los efectos en la salud generados por la contaminación del aire por SO₂ y PM, durante la exposición a niveles de contaminación aguda, es decir, situaciones de alerta. (Decreto 015, Consejo Nacional del Ambiente, 2007)

Este Plan de Contingencia, precisa las acciones a realizar en cada situación de alerta que se pueda presentar en la cuenca atmosférica, teniendo en cuenta la participación y comunicación del mismo. Así mismo, comprende la definición de la declaración y cese de los estados de alerta (cuidado, peligro y emergencia), parámetros y el procedimiento de información y comunicación de los mismos; los mecanismos de coordinación, responsabilidades y funciones, y las medidas de acción (de comunicación, de vigilancia y atención de los efectos a la salud, de reducción de la exposición, y para la industria metalúrgica (macroemisor)) y su evaluación. Y finalmente, la evaluación del plan después de su implementación a fin de hacer las mejoras necesarias para tener un plan de contingencia optimizado técnica y socialmente. (Decreto 015, Consejo Nacional del Ambiente, 2007)

Por otro lado, la zona metropolitana de la ciudad de México es considerada actualmente como la Ciudad con más problemas de contaminación en ese país (Anders, 1988; Mc Rae y Rusell, 1991), debido a esto, surge la necesidad de precisar y concretar las acciones y responsabilidades específicas para episodios de contaminación del aire, hecho que llevó a la creación del Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) en el año 2016, como instrumento para garantizar el derecho a un ambiente sano, definiendo el mecanismo de activación de las fases de contingencia, y las acciones a implementar con el fin de prevenir y controlar las emisiones y disminuir sus efectos adversos. (Gobierno de la Ciudad de México, 2016)

Para este programa, son fundamentales los registros de los índices de calidad del aire del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT), puesto que de estos depende la declaratorio de activación de las fases del PCAA. De igual manera, en el plan se establecen los mecanismos de activación, continuación y suspensión de las fases de contingencia ambiental; las responsabilidades y obligaciones tanto de las autoridades competentes en la aplicación y vigilancia de las medidas de acción, como de la comunidad y las entidades privadas en acatar las mismas, medidas que van desde la limitación o suspensión de actividades cívicas, escolares, deportivas, productivas, entre otras, hasta la restricción de circulación vehicular. (Gobierno de la Ciudad de México, 2016)

De igual manera, en el municipio de Guadalajara – México, en el 2016 se estableció el Plan de Contingencias Atmosféricas Interno del municipio de Guadalajara, en primera instancia, aunque no es mucha la diferencia, es necesario explicar lo que significa un Plan de Contingencia Atmosférica Interno (PCAI), puesto que este, se enfoca en la población laboral específica de alguna organización, estos Planes difieren en contenido y forma de instrumentación; sin embargo, su objetivo es el mismo, proporcionar estrategias, acciones y procedimientos con el fin de prevenir, controlar y atender las afectaciones que pueda representar la exposición a episodios de emisiones atmosféricas en tiempos y concentraciones fuera de la normatividad. (Dirección de Medio Ambiente, 2016)

Este se considera como un Programa de Contingencia Ambiental, oficializado como un mecanismo de carácter regulatorio para los eventos en que la calidad del aire se ve amenazada, sobrepasando los límites máximos permisibles de emisiones con frecuencia y se presenten episodios de alta contaminación. Así mismo, tiene en cuenta la aplicación de medidas temporalmente restrictivas en las fuentes de emisiones, dirigidas a evitar, reducir e informar la exposición de la población, y procedimientos aplicables por parte de las autoridades competentes en estos casos. (Dirección de Medio Ambiente, 2016)

El PCAI de Guadalajara se elaboró con base y cumpliendo las disposiciones adoptadas dentro del Plan de Respuesta a Emergencias y Contingencias Atmosféricas (PRECA) del Estado de Jalisco. Consta de cuatro fases, Pre-contingencia, fase I, fase II y fase III, cada una correspondiente al rango específico de valores establecido por en el Índice Metropolitano de Calidad de Aire (IMECA), y contando con las disposiciones, medidas y acciones pertinentes según cada fase. (Dirección de Medio Ambiente, 2016)

Actualmente, la ciudad de Medellín – Colombia, más precisamente en la zona metropolitana del Valle de Aburrá se han presentado varias alertas por contaminación del aire, la primera sucedió en el año 2016, emergencia ambiental en donde se reportaron niveles de 129 microgramos por metro cúbico de material particulado 2.5 (PM_{2,5}); luego de esta crisis, surgió la necesidad de contar con un plan que definiera las medidas que se debían tomar para manejar la emergencia y reducir los niveles de contaminación del aire, por lo cual, se crea el Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (POECA). (Anónimo, 2017; Nieto, 2017; Guerrero, 2017)

En el POECA, se establecen los niveles de alerta, determinados por el Grupo de Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica (GECA), las fases de emergencia (alerta naranja, alerta roja fase I, alerta roja fase II, emergencia ambiental), las medidas para reducir los niveles de contaminación y su vigencia, las cuales dependen de la fase de la alerta, responsabilidades, entre otros. (Acuerdo Metropolitano No.15, 2016)

Adicional a esto, mediante el Acuerdo Metropolitano No. 15 se aprobó y se adoptó el Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá como mecanismo de implementación del POECA, donde se establecen los roles y actividades de los actores de interés en su ejecución, con el objeto de prevenir los efectos adversos en la población debido a los episodios de exposición a una alta contaminación atmosférica. (Acuerdo Metropolitano No.15, 2016)

El Plan de Descontaminación del Aire, es un instrumento para el mejoramiento de la calidad del aire, donde se definen acciones estructurales a corto, mediano y largo plazo; y se determina que el PM_{2,5} y el ozono son los contaminantes críticos registrados por la red de monitoreo y en relación con la excedencia de los límites máximos permisibles establecidos en la norma nacional. Es importante resaltar lo anterior, ya que el POECA hace parte fundamental de este, puesto que el POECA consiste en las medidas con las que se pretenden reducir los niveles de contaminación a corto plazo, con el fin de prevenir la exposición de la población a altos índices de contaminación, y dispone componentes importantes como el monitoreo de las variables meteorológicas y de calidad del aire, herramientas de pronóstico de la calidad del aire y meteorología, gestión de episodios críticos que incluye un plan de comunicaciones y el control de medidas. (Acuerdo Metropolitano No.15, 2016)

5.2. Marco conceptual

- Atmósfera: Capa gaseosa que rodea la Tierra. (Decreto 948, 1995)
- Aire: Es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición es, cuando menos, de veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica. (Decreto 948, 1995)
- Combustión Interna: Es aquella en la que el calor se libera en el interior del equipo debido a la combustión de los carburantes que se emplean en los motores de explosión. (Resolución 909, 2008)

- Combustión Externa: Es el proceso en el cual, el combustible es utilizado para formar vapor fuera del equipo y parte de la energía inter na del vapor se emplea para realizar trabajo en el interior del equipo. (Resolución 909, 2008)
- Combustibles Gaseosos: Se denominan combustibles gaseosos a los hidrocarburos naturales y a los fabricados exclusivamente para su empleo como combustibles, y a aquellos que se obtienen como subproducto en ciertos procesos industriales y que se pueden aprovechar como combustibles. Por ejemplo: gas natural, metano, etano, propano, butano, gas de refinería, gas de alto horno, biogás o mezclas de éstos. (Resolución 909, 2008)
- Combustibles Líquidos: Se consideran combustibles líquidos Diésel, Fuel Oil No. 2 o ACPM, Fuel Oil N° 6, crudo o bunker. (Resolución 909, 2008)
- Combustibles Sólidos: Se consideran combustibles sólidos los siguientes: carbón mineral, coque, carbón vegetal, antracita, hullas, lignitos, leña, turbas, madera, biomasa, fibras vegetales, asfalto y brea. (Resolución 909, 2008)
- Compuestos Orgánicos Volátiles: Cualquier compuesto de carbono que participa en reacciones fotoquímicas atmosféricas y que tenga a 293,15 °K una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. Se excluyen los compuestos orgánicos que tienen una reacción fotoquímica imperceptible como: Metano, Etano, Cloroformo de metilo y aquellos que se encuentran enlistados en la sección “Exempt VOC” de la norma 40 CFR 51.100(s)(1) de la EPA de Estados Unidos. (Resolución 909, 2008)
- Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire. (Decreto 948, 1995)
- Contaminantes: Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas. (Decreto 948, 1995)
- Contaminantes de primer grado: aquéllos que afectan la calidad del aire o el nivel de inmisión, tales como el ozono troposférico o "smog" fotoquímico y sus precursores, el monóxido de carbono, el material particulado, el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre y el plomo. (Decreto 948, 1995)
- Contaminantes de segundo grado: aquellos que, sin afectar el nivel de inmisión, generan daño a la atmósfera, tales como los compuestos químicos capaces de contribuir a la disminución o destrucción de la capa estratosférica de ozono que rodea la Tierra, o las emisiones de contaminantes que, aun afectando el nivel de inmisión, contribuyen especialmente al agravamiento del "efecto invernadero" o cambio climático global. (Decreto 948, 1995)

- Contingencia ambiental atmosférica: es la situación eventual y transitoria declarada por las autoridades competentes cuando se presenta o se prevé, con base en análisis objetivos o en el monitoreo de la contaminación ambiental, una concentración de contaminantes o un riesgo ecológico derivado de actividades humanas o fenómenos naturales que afectan la salud de la población o al ambiente. (Dirección de Medio Ambiente, 2016)
- Contaminación primaria: es la contaminación generada por contaminantes de primer grado. (Decreto 948, 1995)
- Contaminación secundaria: es la contaminación producida por contaminantes del segundo grado. (Decreto 948, 1995)
- Inmisión: transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor". Se entiende por inmisión la acción opuesta a la emisión. Aire inmisible es el aire respirable al nivel de la tropósfera. (Decreto 948, 1995)
- Dosis de inmisión: es el valor total (la integral) del flujo de inmisión en un receptor, durante un período determinado de exposición. (Decreto 948, 1995)
- Inventario de emisiones: Conjunto de datos que caracterizan y cuantifican las descargas a la atmósfera, de las fuentes emisoras. (Decreto 948, 1995)
- Flujo de inmisión: es la tasa de inmisión con referencia a la unidad de área de superficie de un receptor. (Decreto 948, 1995)
- Tasa de inmisión: es la masa, o cualquiera otra propiedad física, de contaminantes transferida a un receptor por unidad de tiempo. (Decreto 948, 1995)
- Emisión: Es la descarga de una sustancia o elementos al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija o móvil. (Decreto 948, 1995)
- Episodio o evento: Es la ocurrencia o acaecimiento de un estado tal de concentración de contaminantes en el aire que, dados sus valores y tiempo de duración o exposición, impone la declaratoria por la autoridad ambiental competente, de alguno de los niveles de contaminación, distinto del normal. (Decreto 948, 1995)
- Fuente de emisión: Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire. (Decreto 948, 1995)
- Fuente fija: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa. (Decreto 948, 1995)

- Línea base de emisiones: Las emisiones de una fuente fija de la industria, en su operación a capacidad rutinaria y sin equipo de control o sistemas de reducción de emisiones. (Programa para contingencias ambientales atmosféricas en la ciudad de México)
- Nivel Normal (Nivel I): Es aquél en que la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración son tales, que no se producen efectos nocivos, directos ni indirectos, en el medio ambiente, o la salud humana. (Decreto 948, 1995)
- Nivel de prevención (Nivel II): Es aquél que se presenta cuando las concentraciones de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, causan efectos adversos y manifiestos, aunque leves, en la salud humana o en el medio ambiente tales como irritación de las mucosas, alergias, enfermedades leves de las vías respiratorias, o efectos dañinos en las plantas, disminución de la visibilidad u otros efectos nocivos evidentes. (Decreto 948, 1995)
- Nivel de alerta (Nivel III): Es aquél que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su duración o tiempo de exposición, puede causar alteraciones manifiestas en el medio ambiente o la salud humana y en especial alteraciones de algunas funciones fisiológicas vitales, enfermedades crónicas en organismos vivos y reducción de la expectativa de vida de la población expuesta. (Decreto 948, 1995)
- Nivel de emergencia (Nivel IV): Es aquél que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, puede causar enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos, y en especial de los seres humanos. (Decreto 948, 1995)
- Punto de descarga: Es el ducto, chimenea, dispositivo o sitio por donde se emiten los contaminantes a la atmósfera. (Decreto 948, 1995)
- Plan de contingencia: conjunto de estrategias, acciones y procedimientos preestablecidos para controlar y atender los episodios por emisiones atmosféricas que puedan eventualmente presentarse en el área de influencia de actividades generadoras de contaminación atmosférica. (Decreto 979, 2006)
- Hidrocarburos Totales: Todos los compuestos carbonados generados en las emisiones de hidrocarburos excepto los carbonatos, carburos metálicos, monóxido de carbono (CO), bióxido de carbono (CO₂), ácido carbónico y aldehídos. (Resolución 909, 2008)
- Tiempo de exposición: es el lapso de duración de un episodio o evento. (Decreto 948, 1995)

5.3. Marco teórico

En primera instancia, es importante tener claridad sobre el por qué se denominan planes de contingencia y su diferencia con los planes de emergencias, por lo cual, es necesario traer a colación el libro Planes de Contingencias como parte fundamental para la aclaración de estos términos, puesto que, según el autor, un plan de contingencias es tomar todas las acciones, medidas y situaciones para

actuar en caso de una emergencia, y por el contrario, un plan de emergencias vendría siendo precisamente la planeación de la ocurrencia de una emergencia, mas no el cómo actuar para prevenir o mitigar la contingencia. (Trujillo, 2011)

Dentro de los principales referentes teóricos que se deben tener en cuenta para el desarrollo de este trabajo, se debe resaltar la interpretación de la legislación ambiental colombiana, con el fin de afianzar la teoría, debido a que desde allí parten todas las disposiciones y reglamentaciones para las diferentes actividades productivas y factores ambientales. En primer lugar, se debe considerar el Decreto 1076 de 2015, mediante el cual se expide el Decreto Único reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, donde se compilan todos los decretos en materia ambiental, y uno de ellos es el Decreto 948 de 1995, por el cual se hacen reglamentaciones en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, y es en este dónde se establecen las disposiciones en cuanto a los PCCA.

5.3.1 Riesgos ambientales por emisiones atmosféricas en una refinería de petróleo

Para el desarrollo de este trabajo de investigación es importante conocer los impactos ambientales de las emisiones atmosféricas generadas por las actividades productivas relacionadas con hidrocarburos, por lo cual, se trae a colación el artículo *Riesgos ambientales por emisiones atmosféricas en na refinería de petróleo*. Este estudio se realizó de manera conceptual, como caso de estudio en la Refinería el Palito en Venezuela, con el fin de estimar el impacto ambiental de las emisiones generadas por la refinación de petróleo y buscar alternativas viables para mitigar los riesgos y/o consecuencias de estos; y para el desarrollo del estudio, se utilizó como metodología el modelo de dispersión de contaminantes en la atmósfera (ISC-PRIME), desarrollado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA), estudiando y analizando cinco contaminantes típicos en la actividad, dióxido de sulfuro (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado (PM), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y monóxido de carbono (CO). (Acevedo, Niño, & Ramos, 2010)

Además de la identificación de los impactos ambientales por las emisiones atmosféricas de este tipo de actividades industriales, es importante resaltar la importancia de la metodología utilizada en dicho estudio, pues contribuye en gran medida a este trabajo, ya que este representa una base importante en el desarrollo de planes de contingencia, ya que se modelan las emisiones y se determina la concentración de los contaminantes y el flujo de deposición. (Acevedo, Niño, & Ramos, 2010)

En este estudio se señala que la mayor parte de las emisiones de esta industria son generadas de la producción de crudo, la refinación y el procesado de energía, y que se trata de gases de efecto invernadero. Adicionalmente, aclaran que las emisiones se presentan en dos situaciones, bajo condiciones normales y transitorias, y bajo condiciones no rutinarias, donde las descargas son debido a los procesos normales o de emergencias, respectivamente. Finalmente, teniendo en cuenta cuatro escenarios de riesgo, se determinó que para cada uno, los impactos que se pueden ocasionar a corto o largo plazo, son por la excedencia en los valores límites permisibles, los cuales pueden representar riesgos inaceptables para las comunidades cercanas, y aunque las emisiones generadas en una situación de contingencia o emergencia no es tan probable como los demás escenarios, una descarga

accidental de contaminantes a la atmosfera podría causar un ambiente potencialmente peligroso, no solo para la salud humana. (Acevedo, Niño, & Ramos, 2010)

5.3.2 Contingencia ambiental por contaminación atmosférica y su asociación con síntomas y signos respiratorios y oculares

En este trabajo es necesario, además, considerar las afectaciones o impactos en la salud que puede ocasionar la eventual presentación de una contingencia atmosférica. Por esta razón, es pertinente mencionar lo contemplado en el artículo “*Contingencia ambiental por contaminación atmosférica y su asociación con síntomas y signos respiratorios y oculares*”, estudio realizado con la finalidad de investigar la situación de salud de los habitantes de la ciudad de Villahermosa-México relacionada con un episodio de contaminación del aire. (Lladó Verdejo, Marengo Juárez & Borbolla Sala, 2000)

Con el objetivo de determinar la relación entre algunos signos y síntomas que presentaba la población objeto de estudio con la contaminación del aire en esta zona, se aplicaron cuestionarios y se hicieron monitores del aire y personales. Cabe resaltar que el episodio de contaminación se generó no solo a la intensa temporada de verano o sequía (fenómeno del niño) sino también por otras actividades humanas, lo que ocasionó una alta concentración de contaminantes en la atmosfera. (Lladó Verdejo, Marengo Juárez & Borbolla Sala, 2000)

Una alta concentración de contaminantes como el monóxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno, hidrocarburos, plomo, ozono troposférico y nitratos de peroxiacilo, y debido a la inhalación de polvos y/o gases, ocasiona efectos en la salud que pueden llegar a ser graves como enfermedades oculares, respiratorias o cardiovasculares, especialmente en la población más vulnerable, es decir, niños y adultos mayores. (Lladó Verdejo, Marengo Juárez & Borbolla Sala, 2000)

Finalmente, los autores suministran propuestas de acción ante estos episodios o contingencias, como la instalación de redes de monitoreo y sistemas de vigilancia epidemiológica, y una aplicación más estricta de la normatividad existente. Es preciso mencionar que, a pesar de que este estudio contempla una contingencia urbana, los argumentos y recomendaciones plasmadas en el estudio, representan un aporte significativo para la investigación que se está desarrollando, puesto que pueden ser adaptadas al alcance de este trabajo. (Lladó Verdejo, Marengo Juárez & Borbolla Sala, 2000)

5.3.3 Development of Dense Gas Dispersion Model for Emergency Preparedness (Desarrollo del Modelo de Dispersión de Gas Denso para la Preparación de Emergencias)

Para resaltar la importancia de los modelos de dispersión de contaminantes en la preparación para atender una contingencia, se trae a colación lo plasmado por los autores Mohan, Panwar y Singh en su artículo “*Development of Dense Gas Dispersión Model for Emergency Preparedness*”, donde se expresa la utilidad de los modelos matemáticos por ser una herramienta importante para proporcionar una evaluación cuantitativa de las consecuencias de la liberación accidental de materiales peligrosos. (Mohan, Panwar, & Singh, 1995)

El estudio desarrolla y valida los modelos de dispersión para gases densos conceptualmente simples y computacionalmente eficientes, con el objeto de utilizar la información resultante de la modelación para la respuesta ante una eventual contingencia o emergencia, ya que este tipo de gases, cuando son liberados accidentalmente, se comportan de una manera distinta a los contaminantes atmosféricos pasivos. Se comparó el desempeño del modelo con los datos de ensayos de campo relevantes y con otros modelos, y a través de la evaluación estadística, y se logró determinar que el modelo cuenta con un buen desempeño y que es similar al modelo con mejor rendimiento entre 4 modelos más desarrollados en varios países. Además, la utilización de este modelo de gases densos, las zonas vulnerables, es decir, las zonas que pueden tener más efectos negativos por las liberaciones accidentales de estas emisiones, se pueden estimar fácilmente para diferentes condiciones meteorológicas y de liberación. (Mohan, Panwar, & Singh, 1995)

Los modelos de dispersión, son una herramienta con grandes beneficios, puesto que su eficiencia computacional, permite explicar el comportamiento o las características de la dispersión de las emisiones atmosféricas, lo que proporciona una base fundamental para proporcionar directrices para las medidas de acción y/o de respuesta ante contingencias o emergencias por liberaciones accidentales de contaminantes al aire. (Mohan, Panwar, & Singh, 1995)

5.3.4 Guidelines on Air Pollution Control Techniques and Devices (Directrices sobre técnicas y dispositivos de control de la contaminación del aire)

La oficina de Gestión Ambiental (EMB) del Departamento de Ambiente y Recursos Naturales de Filipinas, publicó un documento guía para la gestión y el control de las emisiones atmosféricas proveniente de actividades industriales. Esta guía fue desarrollada con el fin de orientar las acciones para mitigar la contaminación atmosférica mediante la selección, el funcionamiento y los criterios de rendimiento para las fuentes de emisión, además de las técnicas para el monitoreo y control de las emisiones. (Environmental Management Bureau, 2008)

Otro de los propósitos de este documento, es establecer un marco de gestión ambiental articulado con las regulaciones legales del país, en cuanto a calidad del aire, con el fin de asegurar el control de la contaminación del aire en las actividades industriales, teniendo en cuenta el tipo, tamaño, escala y magnitud de la actividad industrial. Por otro lado, cabe mencionar que allí se establecen directrices para los planes de contingencia para los sistemas de control en las fuentes fijas. (Environmental Management Bureau, 2008)

En este documento, se expresa una amplia información sobre las técnicas y dispositivos de control, controles para reducir impactos, los cuales pueden ser controles de ingeniería, procedimientos y prácticas de operación, inspección, mantenimiento y monitoreo del desempeño, planes de emergencias y contingencias, basados en la gestión de riesgos, y producción más limpia. Lo más importante para resaltar, debido al aporte teórico para este trabajo, son las directrices establecidas para los planes de contingencia, estos deben ser desarrollados por las entidades privadas que realicen actividades industriales con emisiones al aire, además, deben abordar el riesgo ambiental del sitio, las actividades realizadas, los procesos empleados y la naturaleza de los equipos de control. (Environmental Management Bureau, 2018)

Además de esto, determina el contenido mínimo de estos planes, considerando factores como la descripción de los procedimientos que se seguirán en caso de daños o fallas en y para cada uno de los dispositivos de control de emisiones con los que se cuente, con el fin de mitigar la carga contaminante que se pueda emitir al aire y los impactos que conlleve esto fallida. Se dispone que la evaluación y análisis de los riesgos es fundamental para la formulación de los planes, y que los planes de contingencia deben estructurarse considerando lo siguiente (Environmental Management Bureau, 2018):

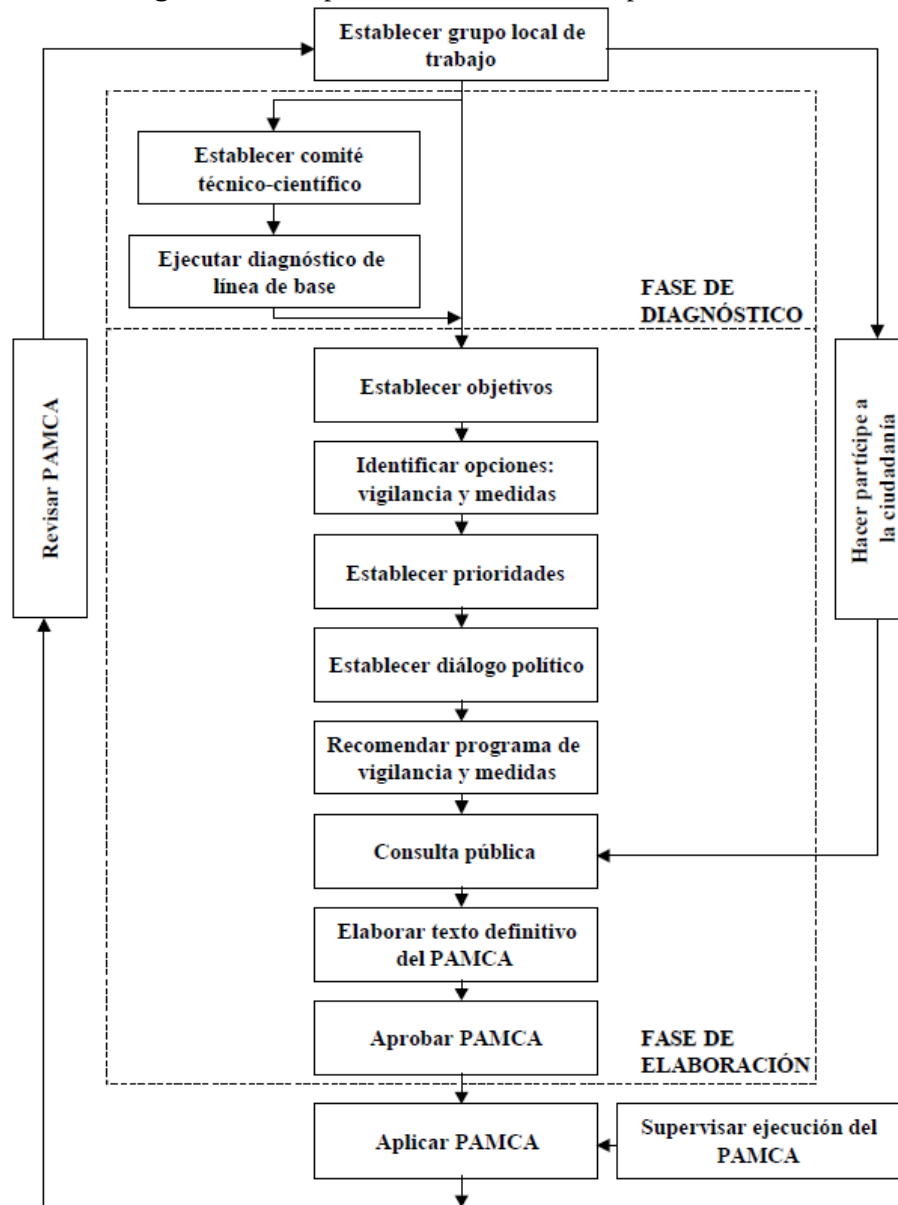
- Procedimientos para informar al público y los servicios de emergencia.
- Documentación de las acciones y responsabilidades del personal del sitio para hacer frente a la falla de un dispositivo de control de la contaminación del aire.
- Procedimientos y medidas para la respuesta de contingencias.
- Procedimientos para tratar las fallas de los dispositivos de control de la contaminación del aire.
- Procedimientos para usar inspecciones, pruebas y mantenimiento de equipos de respuesta de contingencia.
- Entrenamiento para todos los empleados en procedimientos relevantes.
- Procedimientos para revisar y actualizar el Plan según corresponda.

5.3.5 Directrices para la elaboración de planes de acción locales para mejorar la calidad del aire

Es claro que la contaminación atmosférica representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, por lo cual, para minimizarlo, es necesario establecer programas para mejorar la calidad del aire, y de igual manera para prevenir episodios o contingencias atmosféricas. El objetivo del documento “*Directrices para la Elaboración de Planes de Acción Locales para Mejorar la Calidad del Aire*”, es brindar una referencia para la elaboración de los planes de acción para la calidad del aire, por tal motivo, los autores de dicho documento determinan los elementos necesarios para estructurar los planes, medidas para el mejoramiento de la calidad del aire, medidas de prevención de daños y deterioros, y medidas de mitigación de los impactos ambientales de la contaminación atmosférica; adicionalmente, establecen que los planes deben ser un documento que este en constante evaluación y actualización. (Korc & Maisonet, 2002)

Para la formulación de los planes de acción, es necesario desarrollar dos fases, diagnóstico y elaboración, lo cual se representa a través de un esquema donde se especifica cada paso a seguir para la estructuración de los planes, como se muestra a continuación:

Figura 1. Pasos para la elaboración de un plan de acción.



Fuente: (Korc & Maisonet, 2002)

Es necesario aclarar que, los planes de acción descritos en el documento, son generales para las ciudades o municipios, puesto que en la figura 1 se ven algunos pasos que sólo aplicarían para este tipo de alcances, sin embargo, considerando que el alcance del presente trabajo es respecto al sector privado y más delimitado, se tienen en cuenta la mayoría de los pasos, ya que pueden ser adaptados para el desarrollo investigativo de este estudio.

Dentro de las tareas mínimas requeridas que se establecen se encuentran, la definición de los límites geográficos de las zonas de interés, condiciones topográficas, meteorológicas, usos de la tierra, etc.; la caracterización de las emisiones; la evaluación de la distribución espacial y temporal de las concentraciones de los contaminantes, recopilación, análisis e interpretación de los datos; y la evaluación de los impactos de la contaminación atmosférica. (Korc & Maisonet, 2002)

5.3.6 Taking Action on Air Pollution Control in the Beijing-Tianjin-Hebei (BTH) Region: Progress, Challenges and Opportunities (Tomar medidas sobre el control de la contaminación atmosférica en la región de Beijing-Tianjin-Hebei (BTH): avances, desafíos y oportunidades)

En febrero del presente año, la revista internacional de investigación ambiental y salud pública – *International Journal of Environmental Research and Public Health*, publicó un artículo relacionado sobre las medidas para el control de la contaminación atmosférica en tres ciudades de la República Popular de China, Beijin, Tianji y Hebei (BTH). Dado que China es uno de los países desarrollados, cuenta con una gran urbanización e industrialización, lo que afecta de manera directa la calidad del aire, se realizó un estudio para analizar la situación de la calidad del aire, con el fin de evaluar las políticas del control de la contaminación atmosférica e identificar las oportunidades de mejora en las medidas de control. (Wang, L., Zhang, F., Pilot, E., Yu, J., Nie, C., Holdaway, J., Yang, L., et al., 2018)

Este estudio proporciona una mejor comprensión de los planes de control de calidad del aire en la región BTH, y hace sugerencias para mejorar estos planes con el fin de mitigar la contaminación del aire y crear estrategias de control más eficaces y sostenibles. Teniendo en cuenta lo anterior, las sugerencias o medidas de control descritas allí, pueden ser una base teórica para el desarrollo de esta investigación. (Wang, L., Zhang, F., Pilot, E., Yu, J., Nie, C., Holdaway, J., Yang, L., et al., 2018)

Los resultados del trabajo indicaron que, con políticas de control rigurosas y estrictas sobre la contaminación atmosférica, se pueden cumplir los planes de acción respecto a la prevención y el control de la calidad del aire, pero es necesario considerar que constantemente se deben realizar mejoras en los mismos, dependiendo de las condiciones de la región y los contaminantes presentes. Se hace énfasis en reforzar las medidas en cuanto al control de las emisiones por parte de las actividades industriales, ya que representan gran parte de la carga contaminante en la atmosfera, y se sugirieron mejores mecanismos para garantizar la coordinación intersectorial y una mejor comunicación entre las partes. Algunas de las sugerencias para mejorar los planes fueron las siguientes (Wang, L., Zhang, F., Pilot, E., Yu, J., Nie, C., Holdaway, J., Yang, L., et al., 2018):

- La implementación tanto de la reestructuración industrial como del control de emisiones de tráfico, realizando un monitoreo y supervisión más estrictos para mejorar la aplicación.
- Una participación más activa de las partes interesadas para mitigar consecuencias no deseadas, impactos ambientales, sociales y económicos.
- Mejorar la motivación intrínseca del gobierno local para implementar las medidas, aumentar la implementación y el monitoreo, y así aumentar la sostenibilidad de las estrategias.

5.3.7 Lineamientos para un programa de protección de la salud durante episodios atmosféricos

En los episodios de contaminación atmosférica, la salud y el bienestar de las personas es una prioridad, por tal razón, es importante tener en cuenta los programas de protección para los casos en que se presenten contingencias. El documento “*Lineamientos para un programa de protección de la salud durante episodios atmosféricos*” establece que este tipo de programas durante episodios de alta contaminación atmosférica, debe definir claramente sus objetivos, estrategias y acciones,

enfocándose en el desarrollo de acciones preventivas para minimizar los efectos , especialmente en los grupos de alto riesgo o vulnerables, describiendo los mecanismos para la atención médica oportuna, además, es necesario analizar el comportamiento de los perjuicios a la salud resultantes. (Gutiérrez Avila & Corey, 1991)

Cabe resaltar que, es fundamental, tanto en los planes de contingencia como en los programas, establecer una adecuada coordinación intersectorial para casos de contaminación, apoyar las acciones de prevención y control de los episodios, contar con una organización operativa, y es indispensable identificar los grupos de alto riesgo o vulnerables, los efectos en la salud que puedan ocasionar las contingencias atmosféricas y sus respectivas medidas de protección. (Gutiérrez Avila & Corey, 1991)

5.3.8 Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: análisis del proceso

Está claro que el modelamiento de la dispersión de los contaminantes atmosféricos es una herramienta muy útil para el desarrollo de diferentes trabajos, estudios, planes, programas, entre otros, y de igual manera, existe una gran variedad de esto; siendo así, Según Salas 2010, la aplicación de estos modelos representa una gran contribución para la evaluación de los impactos ambientales, puesto que el estudio desarrollado, tenía como objetivo investigar descriptivamente el uso de modelos de dispersión atmosférica simples de tipo gaussiano, con el fin de determinar el impacto ambiental de ciertos contaminantes en las zonas cercanas a la fuente de emisión. Dicho estudio da cuenta del uso de modelos de dispersión en la evaluación de proyectos en Chile, como centrales termoeléctricas, refinerías de petróleo, gasoductos, los cuales coinciden con las actividades industriales que aplican para los Planes de Contingencia por Contaminación atmosférica, esto se realizó mediante la revisión sistemática, y a través de entrevistas a profesionales involucrados (ejecutores y evaluadores). (Salas & Klenner, 2004)

Adicionalmente, expresa la necesidad de justificar el uso de los modelos, es decir que cuando se aplique un modelo de dispersión para cualquier fin, se justifique concretamente por qué se debe usar ese y no otro, además de garantizar una correcta aplicación del mismo. Por lo cual, una vez más, es necesario mantener procesos de desarrollo y actualización del conocimiento tanto en evaluadores como en ejecutores. (Salas & Klenner, 2004)

5.3.9 Propuesta de procedimiento para el Control de Emisiones Atmosféricas en ambientes urbanos

Para la elaboración de un plan de contingencia, está claro que se deben establecer medidas de tres tipos, preventivas, de control y de mitigación, por lo cual se trae a colación el artículo “*Propuesta de Procedimiento para el Control de Emisiones Atmosféricas en Ambientes Urbanos*”, un documento en el cual proponen un mecanismo de acción específicamente para el control de las emisiones, y como ya se mencionó, las medidas de control son un pilar importante en la estructuración de los planes de contingencia. (Cruz, Eras, Sorinas, Varela & Costa, 2015)

De este artículo, es pertinente resaltar la metodología que se establece para el control de la contaminación, pues los componentes descritos allí coinciden con lineamientos o directrices ya establecidas por otros autores para tener en cuenta en la elaboración de los planes de contingencia; la metodología consiste en la identificación de fuentes de emisión (inventario de emisiones), medición de emisiones (monitoreo), cálculos de emisiones (software) y reporte de cuantificación de emisiones, todo con el fin de tener un seguimiento para el control de las emisiones. Esto representa una base fundamental para aportar estrategias y medidas de control. (Cruz, Eras, Sorinas, Varela & Costa, 2015)

5.3.10 A contingency approach to planning: Planning with goals and planning without goals

Este documento presenta dos puntos de vista en cuanto a la planeación, sin embargo, hace énfasis en un proceso de planificación intuitivo, identificando áreas de actividad y estilos de actuación; además establece que los planes deben prepararse con un enfoque objetivo, lógico y realista; y que las condiciones ambientales, las personas y la organización, son factores clave en esto, ya que determinan la pertinencia del tipo de planificación. (McCaskey, 1974)

Los dos tipos son, con y sin planteamiento de metas, donde se describen las fortalezas y debilidades de cada tipo de planeación, en el primero, se definen los objetivos, medios, dispositivos de medición y tiempos, el cual es adaptable a un entorno que no presente cambios, una metodología mecánica y se tiene un propósito claro. El segundo, se basa en la planificación desde un punto de vista impulsivo, por lo cual, es fácilmente adaptable a entornos cambiantes o inestables, por lo que una de sus ventajas es la flexibilidad. (McCaskey, 1974)

Esta teoría presentada, es importante para el desarrollo de este trabajo investigativo debido a que, los planes de contingencia, deben formularse desde las dos perspectivas, estableciendo objetivos claros teniendo en cuenta las condiciones del ambiente, pero con la capacidad de adaptación o flexibilidad para el momento en el que se presenten episodios o eventualidades.

5.3.11 Emergency planning for chemical spills

La planeación de respuestas ante un derrame de químico, puede contribuir a este trabajo en gran medida, puesto que, de manera general, el objetivo de los planes de contingencia es precisamente planear el mecanismo de acción para responder de la mejor manera en la eventualidad de presentarse una contingencia, por lo tanto, es importante considerar otro tipo de planes de contingencia para comparar y extraer aquellos componentes que pueden ser adaptados y/o aplicados a los PCCA.

El autor del artículo expresa que, la mayoría de las compañías necesitan contar con planes de contingencia o emergencia, y realiza una síntesis de los requerimientos mínimos para planes de contingencia para cualquier actividad industrial, de los cuales, caben resaltar los siguientes (Mansdorf, 1993):

- Planificación y coordinación de preemergencia con partes externas
- Roles de personal, líneas de autoridad y comunicación
- Reconocimiento y prevención de emergencia

- Distancias seguras y lugares de refugio
- Seguridad y control del sitio
- Rutas y procedimientos de evacuación
- Procedimientos de descontaminación
- Tratamiento médico de emergencia y primeros auxilios
- Procedimientos de alerta y respuesta de emergencia
- Control y seguimiento
- Equipo de protección personal

5.3.12 Decreto 1076 de 2015 (Decreto 948 de 1995)

En el Decreto 948 de 1995, compilado en el Decreto 1076 de 2015, se establecen los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire, generada por fuentes contaminantes fijas y móviles; este forma parte fundamental como marco teórico, puesto que es la base principal para la definición de los lineamientos y es de allí donde se hacen diferentes disposiciones que es necesario tener en cuenta para el desarrollo de los mismos. Lo plasmado en este decreto y que es necesario resaltar con el fin de alimentar la investigación es:

- Dispone tres estados de alarma que deben ser declarados ante la ocurrencia de un episodio de contaminación atmosférica (niveles de prevención, niveles de alerta y niveles de emergencia), y los casos y condiciones para la declaratorio de los mismos.

“El nivel de prevención se declarará cuando la concentración promedio anual de contaminantes en el aire sea igual o superior al máximo permisible por la norma de calidad, en un tiempo de exposición o con una recurrencia tales, que se haga necesaria una acción preventiva. El nivel de alerta se declarará cuando la concentración diaria de contaminantes sea igual o exceda la norma de calidad diaria, en un tiempo de exposición tal que constituya, en su estado preliminar, una seria amenaza para la salud humana o el medio ambiente. El nivel de emergencia se declarará cuando la concentración de contaminantes por hora sea igual o exceda a la norma de calidad horaria, en un tiempo de exposición tal que presente una peligrosa e inminente amenaza para la salud pública o el medio ambiente.” (Decreto 948, 1995).

- Dentro de este, se determinan los casos que requieren permiso previo de emisión atmosférica, dentro de los cuales se resaltan aquellos que tienen la obligación de presentar el PCCA, adaptados a las actividades realizadas dentro de la jurisdicción de Corporinoquia:
 - Descargas de humos, gases, vapores, polvos o partículas por ductos o chimeneas de establecimientos industriales, comerciales o de servicio, que manejen hidrocarburos.
 - Incineración de residuos peligrosos, líquidos y gaseosos, subproductos de la industria de hidrocarburos.
 - Operaciones de almacenamiento, transporte, carga y descarga de hidrocarburos, susceptible de generar emisiones al aire.
 - Operación de calderas o incineradores por un establecimiento industrial de hidrocarburos o residuos peligrosos derivados de estos.

- Quema de combustibles, en operación ordinaria, de campos de explotación de petróleo y gas.
 - Procesos o actividades susceptibles de producir emisiones de sustancias tóxicas.
 - Producción de lubricantes y combustibles.
 - Refinación y almacenamiento de petróleo y sus derivados; y procesos fabriles petroquímicos.
 - Operación de plantas termoeléctricas.
- Dispone requerir como obligación, la presentación de estudios técnicos de dispersión para las solicitudes de permisos de emisión atmosférica para ciertas actividades, dentro de las cuales se resaltan las que aplican al presente trabajo y a la jurisdicción de la Corporación. (refinerías de petróleos, plantas químicas y petroquímicas y plantas termoeléctricas).
 - Establece el procedimiento del trámite del permiso de emisiones atmosféricas.
 - Determina el término por el cual tendrá vigencia el permiso de emisiones, por consecuente, se debe tener en cuenta esta disposición legal para determinar la vigencia de la aprobación del PCCA.
 - Establece unas medidas generales para la atención de episodios de contaminación, teniendo en cuenta el estado de alarma que sea declarado. (nivel de prevención, alerta y emergencia)
 - Determina que las Corporaciones Autónomas Regionales y los Grandes Centros Urbanos pueden imponer la obligación de tener planes de contingencia, a los agentes emisores responsables de fuentes fijas.
 - Dispone que aquellos que *“exploren, exploten, manufacturen, refinan, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias tóxicas que puedan ser nocivas para la salud, los recursos naturales renovables o el medio ambiente, deberán estar provistos de un plan de contingencia”*.

Adicional a esto, los PCCA deben tener en cuenta el sistema de seguridad, prevención, organización de respuesta, equipos, personal capacitado y presupuesto, con el fin de prevenir y controlar la emisión de contaminantes y reparar los daños.

- Los PCCA deben ser presentados a la Autoridad Ambiental, con el fin de que esta cumpla la función de evaluar su aprobación, y ejercer la vigilancia, verificación y control del cumplimiento de las disposiciones legales.

Por otra parte, el Decreto 979 de 2006, el cual hace parte de las modificaciones del Decreto 948 de 1995, e igualmente compilado en el Decreto 1076 de 2015, establece que los PCCA deben tener como mínimo las siguientes medidas:

- *“Alertar a la población de las posibilidades de exposición a través de un medio masivo, delimitando la zona afectada, los grupos de alto riesgo y las medidas de protección pertinentes.*
- *Establecer un programa de educación y un plan de acción para los centros educativos y demás entidades que realicen actividades deportivas, cívicas u otras al aire libre, de tal forma que estén preparados para reaccionar ante una situación de alarma.*
- *Elaborar un inventario para identificar y clasificar los tipos de fuentes fijas y móviles con aportes importantes de emisiones a la atmósfera, y que en un momento dado pueden llegar a generar episodios de emergencia, de tal manera que las restricciones se apliquen de manera efectiva en el momento de poner en acción el plan de contingencia.*
- *Para las áreas-fuentes de contaminación clasificadas como alta, media y moderada, las autoridades ambientales competentes utilizarán los inventarios para establecer sus límites de emisión, los índices de reducción, las restricciones a nuevos establecimientos de emisión, de tal manera que tengan la información necesaria para elaborar los planes de reducción de la contaminación, con el fin de prevenir en lo posible futuros episodios de emergencia.*
- *Concertar con las Autoridades de Tránsito y Transporte las posibles acciones que se pueden llevar a cabo en el control de vehículos y tránsito por algunas vías, cuando se emita un nivel de prevención, alerta o emergencia.*
- *Reforzar los programas de limpieza y/o humedecimiento de calles, en las zonas en que se han registrado situaciones de alarma.*
- *Coordinar con el Ministerio Salud y Protección Social y con las Secretarías de Salud los planes de vigilancia epidemiológica, según los niveles de alarma que se establezcan para ello.*
- *Alertar a las unidades médicas de primer, segundo y tercer nivel de las zonas afectadas para que se preste atención prioritaria a los grupos de alto riesgo.”* (Decreto 1076, 2015)

Es imperativo aclarar que las medidas mencionadas anteriormente, corresponden a los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, pero de manera que implican todo un territorio, municipio, ciudad, zona metropolitana, y por lo cual es formulado por las Autoridades Ambientales en conjunto la sociedad, pública y privada; por lo tanto, deben ser adaptados siendo más específicos para las actividades que tienen la obligación de formularlo de manera individual y presentarlo junto con el permiso de emisiones.

5.3.13 Resolución 2153 de 2010.

En el año 2010, mediante la Resolución 760 de 2010, modificada por la Resolución 2153 de 2010, se adoptó el Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas, este es un documento que tiene el objeto de establecer la metodología y los procedimientos para realizar el control y la vigilancia de las emisiones de contaminantes atmosféricos, de tal manera que exista una estandarización y un mecanismo viable para el monitoreo de las emisiones.

El protocolo es una herramienta que proporciona una guía para el monitoreo de las emisiones, de lo plasmado en este se puede resaltar cosas como, el procedimiento de medición de emisiones atmosféricas, desarrollo de factores de emisión, cómo deben ser los informes de la evaluación de las emisiones dentro de los estudios, buenas prácticas para los agentes emisores, los sistemas y dispositivos de control, y la base teórica para esta investigación, proporciona recomendaciones de

contenido para los Planes de Contingencia de los Sistemas de Control de Emisiones. Cabe resaltar que algunas de las recomendaciones o sugerencias que se van a mencionar seguidamente, ya se encuentran contempladas dentro de los lineamientos establecidos en el Decreto 1076 de 2015, tanto para el PCCA como para el permiso de emisión atmosférica, además. son una base y de igual forma serán tenidas en cuenta para ser adaptadas al objeto del proyecto:

- *“Descripción de la actividad que genera la emisión.*
- *Descripción de la actividad que se realiza en las instalaciones en las cuales se tiene instalado un sistema de control de emisiones atmosféricas.*
- *Identificación y caracterización de los sistemas de control de emisiones atmosféricas, incluyendo la referencia, condiciones de operación, la eficiencia de remoción de diseño y la eficiencia real de remoción.*
- *Ubicación de los sistemas de control. Se deben presentar los planos de las instalaciones con la ubicación geográfica de los sistemas de control de emisiones, incluyendo la ubicación de conexiones y otros que permitan el funcionamiento de los mismos.*
- *Identificación, análisis, explicación y respuesta a cada una de las posibles fallas de los sistemas de control de emisiones que se pueden presentar durante su operación, de acuerdo con las variables establecidas en el presente protocolo y lo establecido por el fabricante del mismo.*
- *Acciones de respuesta a cada una de las situaciones identificadas, especificando los responsables de ejecutarlas, las herramientas necesarias para realizarlas (documentos, equipos, requerimientos de personal, entre otras) y en los casos en los que se tengan establecidas funciones específicas relacionadas con los sistemas de control, se deben definir los cargos.*
- *Recursos técnicos y humanos requeridos para ejecutar tanto el plan de mantenimiento de los sistemas de control como los procedimientos de respuesta a cada una de las situaciones de contingencia que se pueden presentar.*
- *Procedimientos operativos de respuesta en caso de falla de los sistemas de control de emisiones (actividades, responsable de cada actividad y documento o reporte asociado en caso de existir).*
- *Plan de mantenimiento de los sistemas de control de emisiones.” (Resolución 2153, 2010)*

5.3.14 Planes de Contingencias

Desde otra perspectiva, en el libro Planes de Contingencias de Raúl Felipe Trujillo, se explican diferentes conceptos, antecedentes, criterios, normatividad relacionada, ejemplos, guías, etc., de los planes de contingencia para diferentes sectores o actividades. Uno de los componentes de este libro son los puntos para valorar un plan de contingencias, teniendo en cuenta lo que en teoría debería tener cualquier plan, por lo que se hace necesario, resaltar los que se tendrán en cuenta para este documento:

- Director/responsable del Plan.
- Organización del Plan de acuerdo con la extensión y riesgos (directores sectoriales por área o proceso)
- Métodos de evacuación
- Vías de evacuación, accesos de ayudas internas y externas
- Capacitaciones y entrenamientos (protección contra incendios, primeros auxilios, control de riesgos de materiales, acción de ayudas mutuas, informe e investigación)

- Registros de las capacitaciones y entrenamientos realizados
- riesgos generados en una emergencia
- plan para la utilización de equipos y elementos de protección
- atención y dirección del sistema de acción ante situaciones de riesgo
- Procedimiento de desalojo y regreso al área de actividad normal
- Personal preparado
- Acciones sobre informe e investigación de accidentes
- Seguimiento a los resultados de las investigaciones y fallas en el Plan de Contingencias.
- Directorio telefónico con entidades de apoyo
- Control y registro de actualización de programas de entrenamiento
- Sistema de mantenimiento de elementos de control para accionar en caso de emergencias
- Revisión de equipos y elementos de control de contingencias
- Sistemas de alarma
- Botiquines y elementos para primeros auxilios
- Plan de ayuda mutua con otros entes.
- Simulacros
- Plan de inventarios de impactos, daños y/o pérdidas.

5.3.15 Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica

Por último, resulta de vital importancia tener en cuenta los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica que se han aprobado por la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA, dentro de los expedientes de trámites de los permisos de emisiones atmosféricas otorgados por la misma. Esto debido a que representan un base fundamental para este trabajo, ya que se pueden considerar cómo los primeros pasos profundizando en el tema y que han sido evaluados directamente por los profesionales de esta Corporación, pero que no han sido realizados bajo una estandarización o una disposición estándar establecida mediante una resolución interna. Además de esto, y de existir, normatividad de otras Corporaciones o Autoridades Ambientales.

5.4. Marco legal

Tabla 1. Marco normativo.

Norma	Disposición	Observaciones
Constitución Política de la República de Colombia de 1991	Es el marco normativo para el desarrollo y funcionamiento del Estado, por la cual se desarrollan las tres ramas del poder, ejecutiva, legislativa y judicial. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991)	Se declara que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, siendo deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, y que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones

		legales y exigir la reparación de los daños causados
Ley 9 de 1979	Mediante la cual se estableció el Código Sanitario Nacional (Congreso de la República de Colombia, 1979)	Tiene un amplio contenido en cuanto a las acciones de contingencia, atención y acción ante emergencias. En su artículo 501, define la función de elaborar un plan de contingencias para los comités que atienden emergencias.
Ley 46 de 1988	Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la república y se dictan otras disposiciones. (Congreso de la República de Colombia, 1979)	En su artículo 3, se establece elaborar un Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres que debe ser aprobado por el Comité Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, y adoptado mediante decreto nacional. Dispone elaborar un plan de acción específico para el manejo de la situación de desastres declarada, de obligatorio cumplimiento por todas las entidades públicas o privadas que deban contribuir a su ejecución.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. (Congreso de la República de Colombia, 1979)	Se especifica que la prevención y atención de desastres es de interés colectivo y que las medidas que se tomen para el manejo de esto serán obligatorias. Las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66, podrán imponer a las empresas que tengan fuentes de emisión en las áreas de su jurisdicción, la obligación de tener planes de contingencia adecuados a la naturaleza de la respectiva actividad y exigir de éstos la comprobación de eficacia de sus sistemas de atención y respuesta mediante verificaciones periódicas.
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. (Presidencia de la República de Colombia, 1974)	-Tiene como objetivo la preservación, conservación y restauración del ambiente, el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar; prevención y

		control de los efectos negativos de la explotación de los recursos. -Regula el manejo de los recursos, dentro de los cuales se encuentra el aire, la atmósfera.
Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire	Tiene como objetivo impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar los niveles adecuados para proteger la salud y el bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)	Todas las acciones correspondientes a la gestión de la calidad del aire, deben ir encaminadas y en concordancia con los objetivos de esta política, regular los contaminantes, identificar las fuentes de emisión, fortalecer estrategias para reducir las emisiones, entre otros.
Decreto 948 de 1995 (y sus modificaciones) (<u>Compilado en el Decreto 1076 de 2015</u>)	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	-Establecen los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación atmosférica, generada por fuentes contaminantes fijas y móviles. -Regulan el otorgamiento de permisos de emisión, los instrumentos y medios de control y vigilancia. -Define las acciones administrativas de que disponen las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire, evitar y reducir los efectos de las emisiones en el ambiente, recursos naturales y la salud.
Decreto 093 de 1998	Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. (Presidencia de la República de Colombia, 1998)	Establece elementos importantes sobre los planes de contingencias y atención de desastres y emergencias, pues este tiene como objeto orientar las acciones del Estado y de la sociedad civil para la prevención y mitigación de riesgos, los preparativos para la atención y recuperación en caso de desastre, contribuyendo a reducir el riesgo y al desarrollo sostenible.
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)	Contiene todas las disposiciones legales en cuanto al aprovechamiento y uso de los recursos naturales, para el caso de estudio, todo lo correspondiente al permiso de emisiones y contaminación atmosférica. Esto compilando todos los decretos reglamentarios, dentro de

		estos el D. 948 de 1995 y sus modificaciones.
Resolución 601 de 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)	Desarrolla los niveles máximos permisibles de contaminantes en la atmósfera, los procedimientos para la medición de la calidad del aire, los programas de reducción de la contaminación del aire -Establece la concentración y el tiempo de exposición bajo los cuales se debe declarar por parte de las autoridades ambientales competentes los estados excepcionales de Prevención, Alerta y Emergencia.
Resolución 610 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)	Modifica el anexo 1, y los artículos 4, 5, 6, 8 y 10. Cabe resaltar la modificación del artículo 10 en cuanto a la declaración de los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación de aire.
Resolución 760 de 2010	Por la cual se adopta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)	Toda fuente fija que genere contaminación atmosférica deben acogerse a este Protocolo, el cual establece todo el mecanismo y procedimiento para realizar el monitoreo de las emisiones.
Resolución 2153 de 2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución 760 de 2010 y se adoptan otras disposiciones (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)	Modifica y/o ajusta el Protocolo.
Resolución 909 de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)	Determina las actividades industriales y sus respectivos contaminantes que deben ser monitoreados, y establece los límites máximos permisibles de emisión para cada una de las actividades industriales.
Resolución 1767 de 2016	Por el cual se adopta el formato único para el reporte de contingencias y se adoptan otras determinaciones.	Formato único para el reporte de contingencias ambientales y las medidas implementadas. Este se requerirá para los proyectos, obras o actividades sujetos a Licenciamiento

Protocolo para la elaboración de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, en el marco de la solicitud del permiso de emisiones, en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA

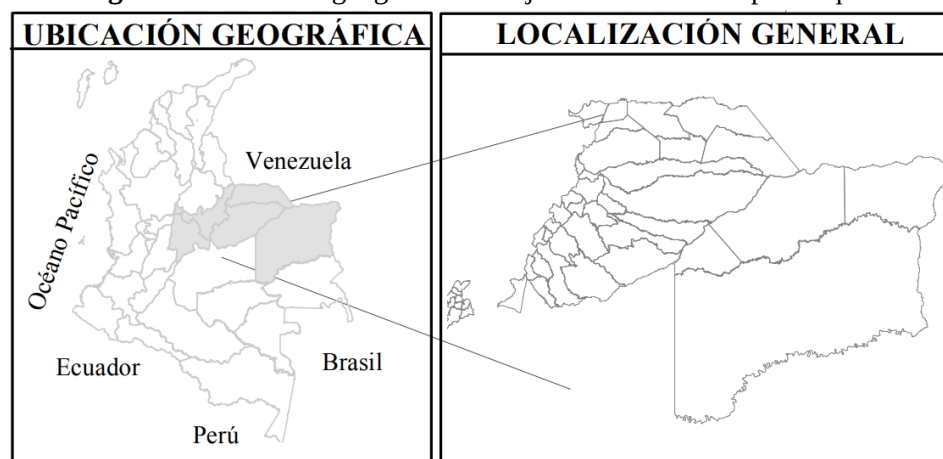
	(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)	Ambiental o Plan de Manejo Ambiental. -Determina los plazos y condiciones para el reporte.
--	--	---

Fuente: Autor, 2018.

5.5. Descripción del territorio

Para definir el marco geográfico para el desarrollo de este trabajo, se tiene en cuenta la delimitación del área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia –CORPORINOQUIA, la cual se observa en la figura 1.

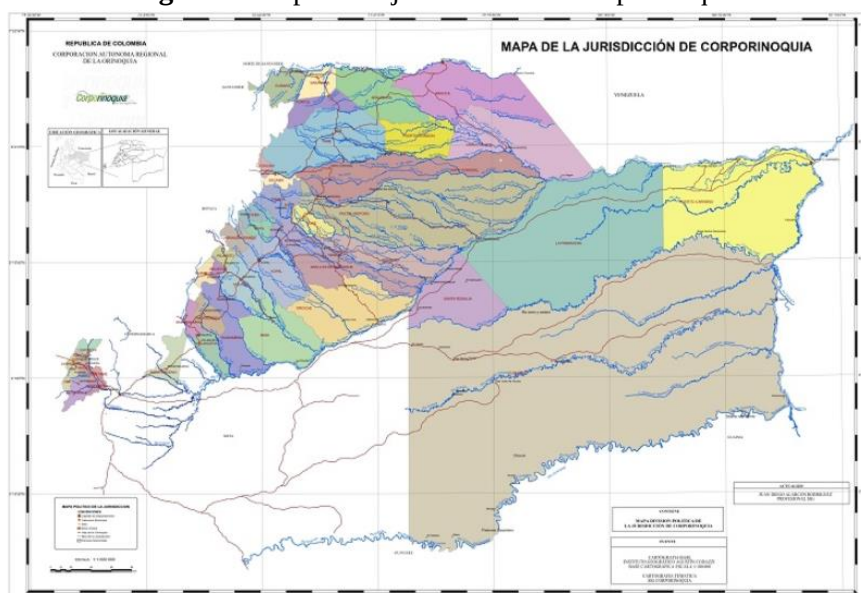
Figura 2. Ubicación geográfica de la jurisdicción de Corporinoquia.



Fuente: www.corporinoquia.gov.co.

Corporinoquia es la autoridad ambiental encargada de administrar los recursos naturales de la región de la Orinoquia, la cual está constituida por un territorio conformado por 5 departamentos y 45 municipios, Casanare, Vichada, Arauca, y algunos municipios de Cundinamarca y Boyacá.

Figura 3. Mapa de la jurisdicción de Corporinoquia.



Fuente: www.corporinoquia.gov.co

Este territorio cuenta con diversos ecosistemas con una gran importancia estratégica de primer orden, se encuentran tres biomas que se distinguen en la región, primero, la zona de alta vertiente que comprende la sierra nevada de Chita, una cadena de páramos como Sumapaz, Chingaza, Cruz Verde y Cocuy entre otros, y áreas de bosque andino de niebla. Por otro lado, el alta pendiente se conforma por una red hidrográfica de ríos como Ariari, Negro, Guatiquiia, Upía, El Cusiana, Charte, el Cravo Sur, el Pauto, Casanare, Arauca que son afluentes del río Meta y el Orinoco. (Molano, 1998)

Esta región corresponde a piedemonte, es decir, la transición entre zona de montaña y las sabanas llaneras, presentando abanicos aluviales coalescentes, alternándose mesetas, colinas y barrancos. Esta se constituye principalmente por las sabanas llaneras y se distinguen dos tipos de formaciones: las altillanuras planas y onduladas serranías. (Molano, 1998)

Además de esto, cabe resaltar que la región de la Orinoquia se ha caracterizado a lo largo de los años por ser una región con alto potencial para la explotación de hidrocarburos, esto, específicamente para los departamentos de Arauca y Casanare, en consecuencia, es una región en la que están presentes diferentes y varias empresas importantes en las actividades productivas relacionadas con hidrocarburos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, considerando todo el territorio en jurisdicción, las actividades agrícolas y agropecuarias son las que predominan allí.

6. Metodología

La metodología a seguir para el desarrollo de este trabajo, consiste en una investigación con un enfoque de tipo cualitativo, puesto que este usa la recolección de datos sin medición numérica y técnicas de recolección como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, evaluación de experiencias, registros, entre otros; se incluye concepciones, visiones, técnicas y estudios no cuantitativos; además, este tipo de metodología profundiza en los datos, su dispersión y riqueza interpretativa, contextualización del entorno, detalles y experiencias, aportando flexibilidad y una perspectiva holística del fenómeno estudiado. Por lo tanto, un estudio con enfoque cualitativo se fundamenta en un método de investigación de tipo proceso inductivo (explorar y describir), puesto que va de lo particular a lo general. (Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, L. P., 2006)

Adicionalmente, este trabajo de investigación tiene un alcance de dos tipos, primero exploratorio debido a que este investiga problemas poco estudiados, indagan desde una perspectiva innovadora, ayudan a identificar conceptos promisorios y preparan el terreno para nuevos estudios, y esto se ve reflejado en desde el planteamiento del problema, puesto que los lineamientos para un PCCA no se han desarrollado específicamente para quienes tienen la obligación de presentarlo en el momento de solicitar el permiso de emisiones; y segundo descriptivo ya que este considera al fenómeno estudiado y sus componentes, miden conceptos y definen variables, además, buscan especificar las propiedades o características de procesos, y sirven para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un contexto, lo cual, se ve plasmado en los documentos productos de este trabajo, desde la definición de las actividades que se encuentran dentro de la jurisdicción y que tienen la obligación de presentar el Plan de Contingencias, hasta la descripción de los lineamientos y procedimientos para el mismo. En

este orden de ideas, estos dos alcances constituyen un continuo de causalidad, los estudios exploratorios preparan el terreno y antecede una investigación con alcances descriptivos, inicia siendo exploratorio por el estado de conocimiento sobre el problema de investigación. (Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, L. P., 2006)

Tabla 2. Descripción de la metodología.

Objetivo general	Objetivos específicos	Fase	Actividad	Técnica	Instrumento	Resultado esperado
Diseñar los lineamientos necesarios para la elaboración de Planes de Contingencia por contaminación atmosférica para actividades industriales, dentro del marco de la solicitud del permiso de emisiones allegados a la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA	Establecer las directrices específicas para la elaboración de Planes de Contingencia por contaminación atmosférica	1	Delimitar las actividades industriales con la obligación de presentar el PCCA dentro de la solicitud del permiso de emisiones	Revisión bibliográfica	-Expedientes de permisos ambientales otorgados en la corporación -Cuaderno de notas	Lista de actividades industriales con sus fuentes de emisión
			Revisar el marco legal, Decreto 948 de 1995, compilado en el Decreto 1076 de 2015	Revisión bibliográfica	-Documentos de legislación ambiental -Cuaderno de notas	Consideraciones legales para la elaboración de PCCA
			Revisar los marcos de referencia existentes de los PCCA, por ejemplo, el Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada	Revisión bibliográfica	Bases de datos	Consideraciones técnicas y generales que deben ser incluidas en la elaboración de PCCA

			por fuentes fijas del MAVDT y los Planes de Contingencia aprobados por Corporinoquia			
			Entrevistar a los ingenieros que han aprobado PCCA para recopilar la información técnica que ellos han tenido en cuenta	Entrevistas	Cuestionario de preguntas estructuradas y semiestructuradas (cerradas y abiertas) ANEXO 1.	
			Recopilar la información para los lineamientos y directrices	Revisión bibliográfica	-Cuaderno de notas -Base de datos	
			Adaptar la información para las condiciones del territorio en jurisdicción	Revisión bibliográfica	-Documentos -Cuaderno de notas	
	Diseñar un procedimiento para entrega, validación y gestión del Plan de Contingencia tanto para los usuarios como para la Corporación Autónoma Regional de la	2	Revisar el procedimiento legal de la solicitud del permiso de emisiones para la aprobación de PCCA	Revisión bibliográfica	-Expedientes -Documentos de normatividad -Registros -Cuaderno de notas	Documento instructivo con el procedimiento para la evaluación y aprobación de los PCCA dentro del marco del permiso de emisiones
			Revisar los procedimientos	Revisión bibliográfica	-Expedientes	

	Orinoquia – CORPORINOQUIA		internos para la evaluación de solicitudes de permisos ambientales		-Formatos de listas de chequeo -Formatos de procedimientos -Cuaderno de notas	
	Establecer una metodología de evaluación para validación de lineamientos por parte de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA	3	Revisión de evaluaciones realizadas anteriormente por los profesionales de Corporinoquia	Revisión bibliográfica	-Expedientes -Formatos de procedimientos y listas de chequeo	Lista de chequeo para revisión preliminar de la solicitud para la aprobación de los PCCA
			Revisar los procedimientos realizados anteriormente en la Corporación	Revisión bibliográfica	-Formatos de los procedimientos para cada trámite -Cuaderno de notas	
			Revisar los conceptos técnicos en los expedientes de solicitudes de permiso de emisiones con PCCA aprobados anteriormente por la corporación	Revisión bibliográfica	-Registros -Expedientes -Documentos de conceptos técnicos -PCCA aprobados	Formato de campo de las visitas técnicas de inspección ocular para la evaluación de los PCCA.

Fuente: Autor, 2018.

6.1. Cronograma

El cronograma de actividades para el desarrollo de este trabajo de investigación, se encuentra como anexo. (Anexo 1).

7. Resultados

Para exponer y tener una clara comprensión de los resultados obtenidos de toda la investigación de información primaria y secundaria, consulta y revisión de la legislación ambiental y los expedientes de los trámites relacionados con el objeto de este trabajo, y demás instrumentos y técnicas utilizados en la metodología, se desglosarán en orden y dependiendo de cada objetivo.

7.1. Resultados del Objetivo 1: Establecer las directrices específicas para la elaboración de Planes de Contingencia por contaminación atmosférica.

Luego de la revisión y consulta de los expedientes de los trámites llevados a cabo en Corporinoquia y teniendo en cuenta las disposiciones legales de la normatividad, para definir las actividades industriales dentro de la jurisdicción que deben presentar un Plan de Contingencias por Contaminación Atmosférica como requisito de obligatorio cumplimiento dentro de la solicitud del permiso de emisiones, se obtuvo como resultado el siguiente listado:

Tabla 3. Lista de actividades dentro de la jurisdicción de Corporinoquia que requieren PCCA.

ACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
Campos de exploración de hidrocarburos	En los campos de exploración de hidrocarburos, las emisiones son generadas por la operación de motores de vehículos, equipos y maquinaria, y durante las pruebas de producción, se quema el gas remanente mediante un sistema de tea vertical, adicional a esto, el crudo se transporta a la instalación más cercana.
Campos de explotación de hidrocarburos	En los campos de explotación de hidrocarburos, las emisiones son generadas de la misma manera que en la exploración pero con una magnitud mayor, adicional a esto, se tienen motores generadores que transforman el gas en energía eléctrica para el funcionamiento de las instalaciones, lo cual es otra fuente de emisión.
Operaciones de almacenamiento, transporte, carga y descarga de hidrocarburos	En el almacenamiento de hidrocarburos se genera una emisión de pequeña escala debido a los vapores que el mismo genera, los cuales son hidrocarburos en forma gaseosa, cabe resaltar que este no se considera una fuente fija de emisión y no requiere permiso de emisiones, sin embargo, se deben tener en cuenta en los inventarios de emisiones puesto que, si no se controlan estos vapores, puede haber una ignición y generar una contingencia. Es claro que el transporte, carga y descarga de hidrocarburos no requiere permiso de emisiones, sin embargo, por tratarse de transporte de hidrocarburos y que en un derrame se liberan vapores de hidrocarburos, estos son los que pueden generar un incendio o explosión. Además, el transporte de hidrocarburos se contempla dentro de

	las actividades con obligación de PCCA por disposición establecida en el Decreto 1076 de 2015.
Oleoductos	Los oleoductos se deben tener en cuenta puesto que son sistemas o instalaciones para el transporte de grandes cantidades de petróleo y/o derivados, en grandes distancias, los cuales pueden estar en tierra o agua. Y debido a que se transportan hidrocarburos y/o derivados, se deben tener en cuenta.
Gasoductos	De igual manera, los gasoductos hacen parte de esta lista puesto que funcionan de la misma manera que los oleoductos, con la diferencia de que los gasoductos son únicamente para el transporte de gas natural.
Refinerías de petróleo	Se incluyen ya que como su nombre lo dice, su objeto es la refinación del petróleo con el fin de obtener diferentes derivados como productos, calentando el petróleo a diferentes temperaturas, que dependen de los derivados que se quieran obtener. Esto quiere decir que refinan y procesan hidrocarburos, por lo tanto, deben ser contempladas por disposición establecida en el D. 1076 de 2015.
Operación de plantas o centrales termoeléctricas (cuando se basen en gas natural, petróleo o derivados (fuel-oil))	El funcionamiento de las plantas o centrales termoeléctricas consiste, de manera general, en transformar el gas natural, petróleo o derivado, en energía eléctrica, puesto que se quema el combustible con el fin de generar calor y calentar el agua en las calderas, este vapor se utiliza para mover las turbinas que producen la energía eléctrica.
Establecimientos para el Almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos peligrosos	En estas plantas se realiza el tratamiento de residuos petroleros, aguas y residuos contaminados con el mismo, normalmente, necesitan solicitar permiso de emisiones atmosféricas para la operación de una unidad de desorción termina, un tambor secador y un equipo de combustión, esto con el fin de recuperar el aceite residual.
Industrias químicas y petroquímicas	En las industrias químicas se manejan precisamente químicos que son o pueden llegar a ser nocivos o tóxicos para el ambiente o la salud humana. En las industria petroquímicas se procesa o transforma el petróleo o gas natural, utilizándolos como materia prima para la obtención de productos químicos

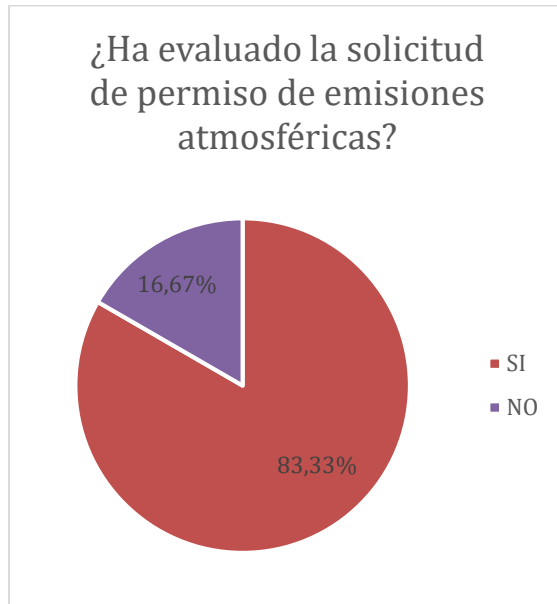
Fuente: Autor, 2018.

Para la consolidación del documento con los lineamientos y directrices para la elaboración de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica (Anexo 3), se tuvo en cuenta las consideraciones legales y técnicas producto de la investigación, revisión y consulta de todas las referencias teóricas y

de la encuesta (Anexo 2) aplicada a los profesionales que han tenido a cargo la evaluación de una solicitud de permiso de emisiones atmosféricas.

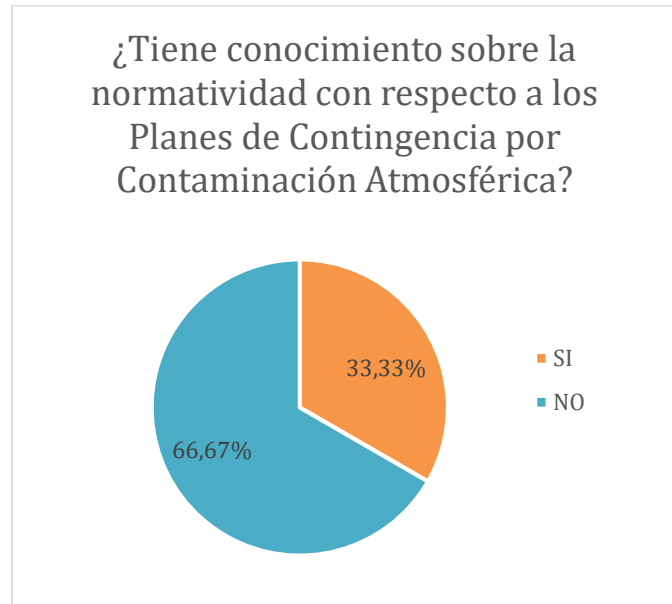
Se entrevistaron 6 profesionales del grupo de evaluación de la Subdirección de Control y Calidad de Corporinoquia, para lo cual, los resultados de las preguntas 1, 2, 3 y 4, las preguntas estructuradas (cerradas), se presentan seguidamente de manera gráfica.

Figura 4. Gráfica de los resultados de la pregunta 1 de las entrevistas realizadas (anexo 2).



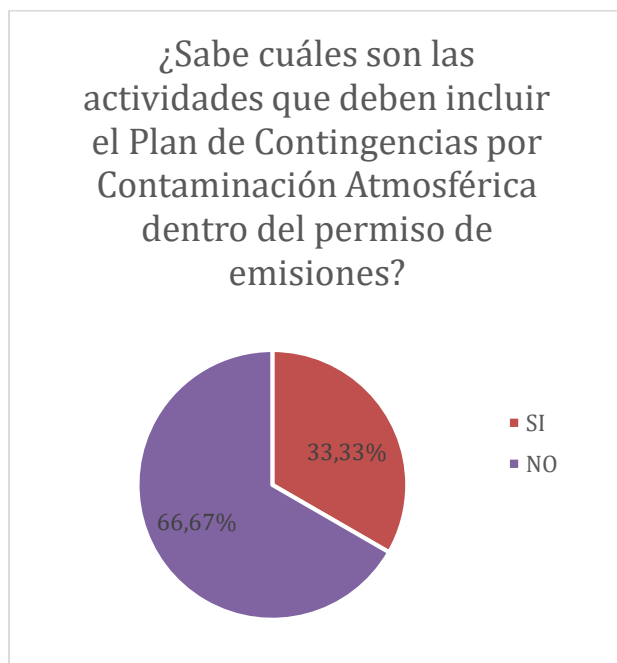
Fuente: Autor, 2018.

Figura 5. Gráfica de los resultados de la pregunta 2 de las entrevistas realizadas (anexo 2).



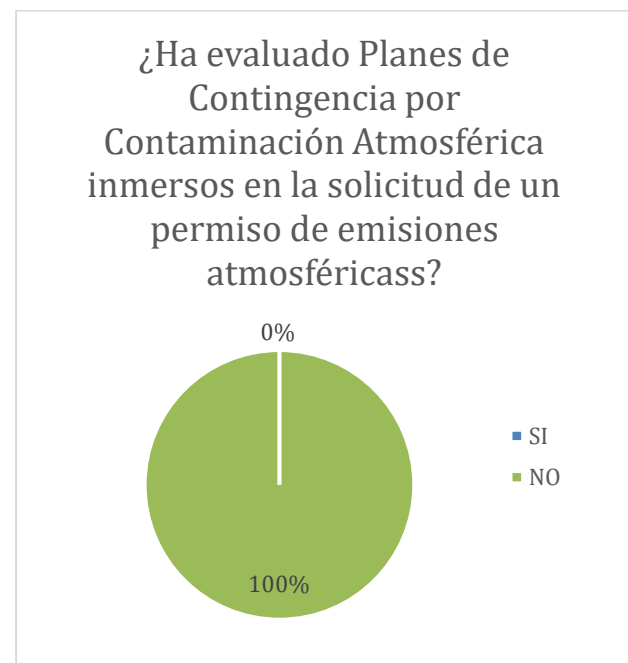
Fuente: Autor, 2018.

Figura 6. Gráfica de los resultados de la pregunta 3 de las entrevistas realizadas (anexo 2).



Fuente: Autor, 2018.

Figura 7. Gráfica de los resultados de la pregunta 4 de las entrevistas realizadas (anexo 2).



Fuente: Autor, 2018.

Con respecto a las preguntas 5, 6 y 7, las preguntas semiestructuradas (abiertas), se agruparon las respuestas de los profesionales por pregunta, como se muestra a continuación:

- ¿Cómo ha realizado la evaluación de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica dentro del permiso de emisiones?

Todos los profesionales contestaron que se evalúa de acuerdo al procedimiento de la Corporación, la revisión preliminar, se hace con base a la lista de chequeo establecida por la Corporación. Posteriormente, se realiza la visita técnica de inspección ocular para verificar la información allegada en la solicitud, con el fin de emitir el concepto técnico en el que se determina la viabilidad o no de otorgar el permiso.

Esto teniendo en cuenta que tanto el procedimiento, la lista de chequeo y el formato de visita de campo con los que cuenta la corporación son única y específicamente para el trámite del permiso de emisiones, y no se incluye la evaluación del Plan de Contingencia por Contaminación Atmosférica como tal.

- ¿Qué requerimientos ha exigido para la evaluación del Plan?

Los profesionales respondieron por unanimidad que para el permiso de emisiones requieren únicamente lo establecido en la lista de chequeo, en cuanto a las exigencias para la evaluación de los planes, no han requerido nada debido a que no han hecho ninguna evaluación de este tipo de planes de contingencia.

Por otro lado, los resultados de las consultas de la normatividad legal vigente, que deben ser incluidos dentro del documento de los lineamientos y directrices para la elaboración de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, son los que se muestran a continuación en la tabla 4, agrupados con los resultados de la última pregunta de la entrevista realizada a los profesionales, en cuanto a los requerimientos que consideran que deberían ser incluidos.

Cabe mencionar que no se obtuvieron resultados de la revisión de los expedientes de los trámites de permisos de emisiones atmosféricas con PCCA, puesto que, hasta el momento, por parte de los usuarios, no se han presentado PCCA para su aprobación, y por parte de la Corporación, no se ha requerido en las revisiones preliminares cuando llegan las solicitudes; lo que quiere decir que la disposición legal de la obligación de los planes, no se ha cumplido ni por la corporación, ni por los usuarios.

Tabla 4. Lineamientos resultados de las entrevistas y la revisión de la normatividad ambiental.

Lineamiento o Directriz	Observación
Entrevista	
Mecanismos de acción y atención oportuna ante una eventual contingencia.	Describe las acciones o procedimientos que se deben realizar ante una eventual contingencia, teniendo en cuenta todas las posibles situaciones que se puedan presentar en el desarrollo del proyecto.

Identificación y características de los sistemas empleados	Identificar y describir todas las características de los sistemas empleados, es decir, los procesos dentro del proyecto que generen emisiones atmosféricas, los equipos, maquinas, entre otros, detallando el funcionamiento, tipo de máquina, material o sustancia procesada, contaminantes atmosféricos generados, entre otros.
Línea base	Incluir una línea base, donde se establezcan las condiciones iniciales en cuanto a la calidad del área del proyecto antes de empezar a generar emisiones, con el fin de poder realizar control y seguimiento teniendo en cuenta esto como base. Es necesario resaltar que este lineamiento no sería necesario establecerlo dentro del PCCA, puesto que se encuentra dentro de los requisitos técnicos de la solicitud del permiso de emisiones.
Medidas de mitigación y control ante el hecho inesperado	Establecer y especificar las medidas que se tomarán ante una eventual contingencia, en cuanto al control de la misma y la mitigación del o los daños.
Cronograma de actividades ante la emergencia	Determinar las acciones específicas y concretas con tiempos estipulados para las acciones que se tomarán ante un episodio inesperado.
Reporte inmediato a la Autoridad Ambiental	Una de las actividades de los procedimientos o mecanismos de acción, es el reporte de la contingencia a la Autoridad Ambiental, para lo cual, aquellos quienes estén sujetos a licencias ambientales o Planes de Manejo Ambiental, deben acogerse al formato establecido en la Resolución 1767 de 2016.
Informes antes, durante y después de la contingencia, anexando los soportes de monitoreo	Se deben presentar informes en todas las etapas de una contingencia, antes, durante y después de la ocurrencia del episodio, donde se anexen los soportes de monitoreo, con el fin de llevar un registro y control de estas eventualidades y realizar una evaluación tanto de la contingencia como del Plan.
Mecanismos de prevención, control y mitigación	Determinar las acciones para prevenir, controlar y mitigar las posibles contingencias que se puedan presentar eventualmente durante el desarrollo del proyecto.
Cuantificación de las emisiones	La cuantificación de las emisiones se puede entender que va inmerso dentro del inventario de emisiones, puesto que allí, se determinan todas las fuentes de emisiones y se realizan cálculos para determinar la cantidad de contaminantes emitidos por cada proceso.
Normatividad	

Identificación de fuentes de emisión con aportes importantes cercanas al proyecto.	Identificar y ubicar geográficamente las fuentes de emisión con aportes importantes que se encuentren cerca al proyecto, con el fin de determinar que no se encuentren fuentes cerca y no generar una sobre carga de contaminación en una misma área o zona.
Delimitación de zona con población cercana que puede verse afectada	Identificar y delimitar las comunidades que se encuentre aledañas al proyecto, con el fin de tener esto en cuenta en la elaboración y ejecución del Plan y evitar que se generen afectaciones mayores ante una eventual contingencia.
Identificación de los grupos de alto riesgo	De igual manera, en la identificación de las comunidades cercanas, se debe determinar la población más vulnerable o de alto riesgo, y que deben tener prioridad en un posible episodio.
Medidas de protección pertinentes para la población que pueda verse afectada	Dentro de las medidas de prevención, control y mitigación, se deben incluir las medidas de protección tanto para el personal del proyecto como para la población aledaña al proyecto.
Mecanismos o sistemas de alerta para las organizaciones o población cercana, unidades médicas y entidades de apoyo.	Es importante describir y explicar los mecanismos o sistemas de alerta tanto para la población cercana como para el personal del proyecto, de igual manera, para las unidades médicas y de apoyo.
Plan de acción que incluya a las organizaciones o comunidades cercanas que realicen actividades al aire libre.	El plan de acción debe incluir a las organizaciones o comunidades cercanas que realicen actividades al aire libre, y de igual manera, debe ser socializado, por lo tanto, se deben describir los acuerdos y socializaciones que realicen, anexando evidencia o registro de las mismas.
Inventario de emisiones atmosféricas del proyecto.	Para realizar el inventario de emisiones atmosféricas, primero se debe hacer la identificación y localización de las fuentes de emisión, y representarlas en un mapa o plano del proyecto. Luego, para calcular las emisiones estimadas, deben seguirse los procedimientos y/o métodos establecidos por la US Environmental Protection Agency (EPA), métodos adoptados por el IDEAM, y consignados en el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas.
Modelamiento de dispersión de contaminantes atmosféricos	Se debe incluir el modelamiento de dispersión de contaminantes atmosférico para el proyecto, teniendo en cuenta todas las fuentes de emisión con las que cuente el mismo, previamente identificadas en el inventario de emisiones

Programa de reducción de la contaminación	Se debe incluir un programa para la reducción de la contaminación, donde se establezcan estrategias para la disminución de las emisiones.
Estrategias que involucre otras entidades de ayuda.	Si la contingencia no puede ser contralada con los recursos que se tienen y es necesario manejarla a través de terceros, se deben especificar cuáles serían dichas contingencias, las estrategias de prevención, control y mitigación, involucrando otras entidades de ayuda.
Descripción y caracterización de actividades o procesos.	Describir y caracterizar las actividades o procesos que generan emisión, tipo, referencia, condiciones de operación, eficiencia, contaminantes emitidos, entre otros.
Planos de las instalaciones con la ubicación geográfica de las fuentes de emisión.	Este plano va implícito dentro del inventario de emisiones.
Identificación, análisis, explicación y respuesta a cada una de las posibles fallas.	Esto permite complementar la descripción de los mecanismos de acción ante cada contingencia que se pueda presentar.
Procedimiento y acciones de respuesta a cada una de las situaciones, riesgos o amenazas identificados, responsables, herramientas, equipos, personal, funciones, entre otros.	Esto se puede entender como los mecanismos de acción, describiendo las características específicas para la ejecución de cada uno, teniendo en cuenta la identificación de riesgos, amenazas y análisis de vulnerabilidad.
Recursos técnicos y humanos requeridos para la ejecución del PCCA.	Describir y especificar los recursos técnicos y humanos que se requieren en cada una de las partes o etapas del Plan.

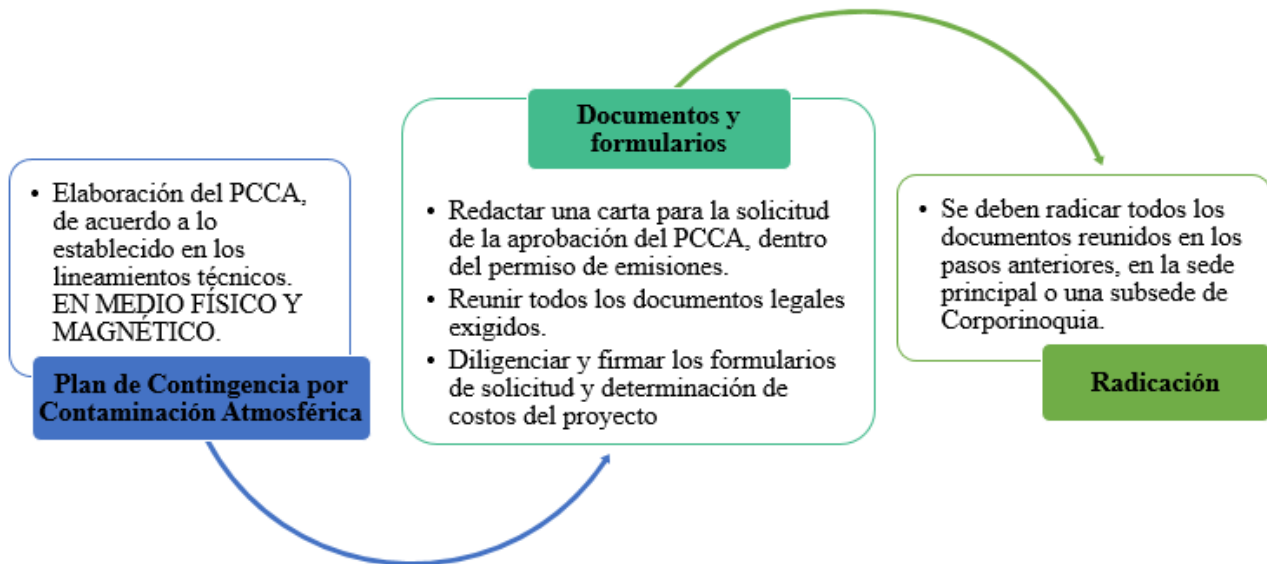
Fuente: Autor, 2018.

7.2. Resultados del Objetivo 2: Diseñar un procedimiento para entrega, validación y gestión del Plan de Contingencia tanto para los usuarios como para la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA.

Los resultados para la consolidar el documento instructivo con el procedimiento para la entrega, validación y gestión de los PCCA dentro del marco del permiso de emisiones atmosféricas, se obtuvieron luego de la revisión de los procedimientos ya establecidos por Corporinoquia en general, y el procedimiento específico para la evaluación de la solicitud del permiso de emisiones, dado que el Plan de Contingencia por Contaminación Atmosférica va ligado con dicho permiso.

En primera instancia, es importante establecer el procedimiento que debe seguir el usuario, es decir, el procedimiento de entrega, desde la elaboración del Plan, haciendo uso del documento establecido en el objetivo anterior (Anexo 3), la reunión de la documentación legal, el diligenciamiento de los formularios exigidos, hasta la radicación de la solicitud con todos los requerimientos para iniciar el trámite, este procedimiento puede apreciar de manera gráfica y explicativa a continuación en la figura 8:

Figura 8. Procedimiento de entrega.



Fuente: Autor, 2018.

Los componentes del documento instructivo consolidado con el procedimiento para la entrega, validación y gestión del plan, son los siguientes, objetivo, alcance, base legal, definiciones, documentos y registros, descripción del procedimiento y el control de cambios. El objetivo se escribe de manera específica lo que se pretende con el documento, se define el alcance que tendrá el documento, se especifica la base legal para este, se describe detalladamente el procedimiento del trámite, precisando en la descripción de la actividad, el ejecutor, el área de ejecución, una observación y el medio por el cual se llevará el registro.

El procedimiento se hizo con el fin de tener claridad en cada etapa del trámite, desde la entrega, brindando los lineamientos para la elaboración del plan, hasta la validación y gestión del plan, realizadas por parte de la corporación en el momento en el que las solicitudes son allegadas. Por lo tanto, el documento instructivo con el procedimiento para la entrega, validación y gestión de los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica se muestran en el Anexo 4.

7.3. Resultados del Objetivo 3: Establecer una metodología de evaluación para validación de lineamientos por parte de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA.

La metodología de evaluación para la validación de los Planes, consiste en seguir una lista de chequeo para la revisión preliminar y el seguimiento del procedimiento que se establezca, en primera instancia, las directrices para la elaboración de los PCCA, deben estar claramente estructuradas y descritas, puesto que de allí parte la base para la evaluación y aprobación de dichos planes, considerando los lineamientos o directrices más importantes, por ejemplo, el inventario de emisiones, el modelamiento de la dispersión de contaminantes atmosféricos, el plan estratégico, el plan operativo y el plan informático (establecidos en el Anexo 3).

De acuerdo a lo anterior y a la normatividad en cuanto al trámite en general de permisos, autorizaciones o concesiones, se debe determinar y seguir un procedimiento interno, que contemple

todos los pasos a seguir, desde la recepción de la solicitud, hasta la aprobación, otorgamiento o negación del permiso tramitado, el cual se estableció en los resultados del objetivo 2, explicando el paso a paso.

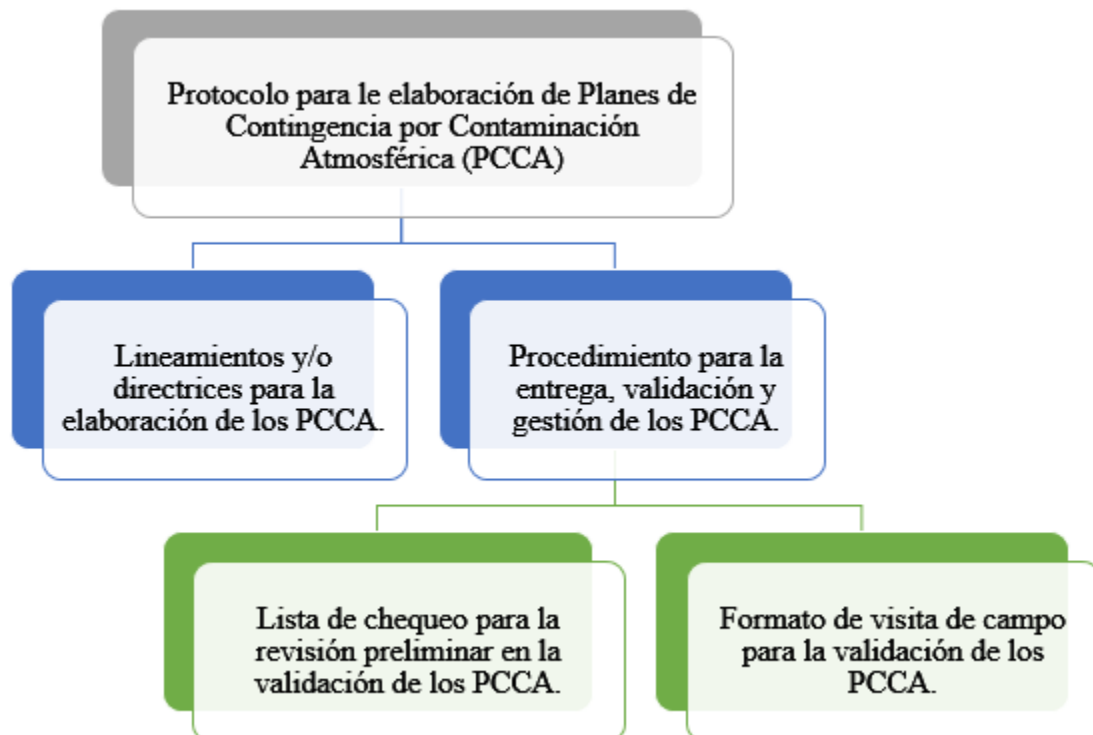
La revisión preliminar como la primera fase de la metodología de evaluación, se realizará por medio de la lista de chequeo, la cual contiene los lineamientos o directrices más relevantes en el Plan de Contingencia por Contaminación Atmosférica, y donde se debe especificar el cumplimiento de cada uno, las falencias y/o carencias, con el fin de determinar si se le da trámite o se devuelve al usuario para complementar o ajustar la información.

Teniendo en cuenta lo anterior, los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica que requieran la aprobación por parte de esta entidad, podrán ser evaluados o validados por esta corporación, a través de la lista de chequeo (Anexo 5) para la etapa de revisión preliminar, y el formato de visita de campo (Anexo 6) para la verificación de las condiciones del proyecto presentadas en la solicitud, en la inspección ocular.

8. Análisis y discusión de resultados

Considerando los resultados producto de esta investigación, la estructura general del protocolo se puede explicar de la siguiente manera, teniendo en cuenta la figura 9:

Figura 9. Estructura del protocolo propuesto.



Fuente: Autor, 2018.

En la figura 9, se expone la estructura general del protocolo, comenzando por los lineamientos para la elaboración, donde se determinan los componentes que deben ser incluidos en contenido del plan,

luego se establece el procedimiento para todo el trámite, entrega, validación y gestión del plan, describiendo el paso a paso tanto para los usuarios como para la corporación, seguidamente, se encuentran la lista de chequeo para la revisión preliminar y el formato de campo para las visitas de inspección ocular, herramientas fundamentales para llevar a cabo todo el trámite.

Luego de explicado lo anterior, y con el fin de realizar un análisis más detallado de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación acerca del protocolo para la elaboración de Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, y que, de igual manera, se facilite su comprensión, se explicará en orden del cumplimiento de cada objetivo.

A pesar de que no se pudo consultar la totalidad de las bases teóricas que se plantearon para este proyecto, debido a que no se encontraron PCCA en los expedientes de los trámites con permiso de emisiones atmosféricas que hayan sido exigidos y evaluados por la corporación, se logró el cumplimiento de todos los objetivos que se propusieron inicialmente en este trabajo. Los cuales permiten responder, no solo los objetivos sino también la pregunta de investigación que se planteó, puesto que se definieron las actividades industriales que se encuentran dentro de la jurisdicción de la Corporación, y se consolidó el documento con los lineamientos o directrices con los que debe contar un Plan de Contingencia por Contaminación Atmosférica.

En cuanto a la lista de las actividades productivas específicas que se encuentran dentro de la jurisdicción de la Corporación, se observa que la actividad más relevante es la relacionada con la exploración y explotación de hidrocarburos, puesto que son proyectos de gran magnitud que, si no se llevan a cabo tomando las medidas de manejo adecuadas para el desarrollo del mismo, pueden llegar a tener serias repercusiones ambientales y sociales. De acuerdo a esto, se sobreentendería que los expedientes de los trámites de las empresas petroleras serían los más amplios y con más exigencias para la obtención de los permisos, y serían el foco de atención para la revisión de PCCA que hayan presentado a esta Corporación; sin embargo, los resultados de la investigación demuestran lo contrario, ya que hasta el momento, por parte de los usuarios, no se han presentado PCCA para su aprobación junto con el permiso de emisiones, y por parte de la Corporación no se ha exigido esto como requisito y no se encuentra estipulado en los requerimientos mínimos para el inicio del trámite del permiso de emisiones.

Por lo tanto, hay una falencia en el cumplimiento de la normatividad ambiental, tanto por parte de los usuarios por no presentar el plan, como por parte de la Corporación por no cumplir con una de sus funciones estipuladas en la Ley 99 de 1993, exigir la presentación de los PCCA y velar por el cumplimiento de lo establecido en la legislación ambiental colombiana.

Teniendo en cuenta los resultados de las entrevistas, se evidencia que algunos de los lineamientos que los profesionales consideran que deberían estar dentro del plan, se encuentran también dentro de las sugerencias para el contenido de los Planes de Contingencia de Sistemas de Control, del Protocolo para el Control y la Vigilancia de la Contaminación Atmosférica por Fuentes Fijas; como por ejemplo, descripción de la actividad que genera la emisión; identificación, análisis, explicación y respuesta a cada una de las posibles fallas; acciones de respuesta; recursos técnicos y humanos requeridos; y procedimientos operativos (Resolución 2153 de 2010). Es por esto que, tanto los resultados de las

entrevistas como los resultados de la investigación normativa, se sintetizaron en la tabla 5, escogiendo lo más relevantes y con más aplicabilidad.

En la realización del procedimiento para la entrega, validación y gestión del Plan de Contingencia tanto para los usuarios como para Corporinoquia, se evidencia que uno de los factores influyentes en la falencia identificada en el planteamiento del problema, corresponde a los formatos de procedimiento, lista de chequeo y visita de campo de la evaluación del permiso de emisiones, puesto que desde allí es donde se debería establecer la presentación de los PCCA, para quienes aplique; y debido a que no está determinado como requisito mínimo para el inicio del trámite, no se ha exigido en ninguna de las solicitudes que se han presentado a la corporación.

9. Conclusiones

Para concluir, cabe resaltar que la normatividad ambiental colombiana establece instrumentos, herramientas, directrices, etc., con el propósito de regular las actividades antrópicas, proteger el medio ambiente y generar una sinergia a través del desarrollo sostenible; sin embargo, las autoridades regionales o locales no pueden limitarse a dichas disposiciones, es necesario que vayan más allá y profundicen en estos temas, cumpliendo con sus facultades y funciones. Es por esto que, generar este tipo de herramientas en una autoridad ambiental como Corporinoquia, representa un gran aporte, no solo para esta corporación, también puede ser adaptada y servir como base para que otras entidades ambientales desarrollen este tipo de trabajos.

De igual manera, es fundamental que las entidades ambientales estén en constante actualización, es por lo cual, este tipo de investigaciones para actualizar o generar herramientas de gestión de trámites y servicios ambientales, enriquece y contribuye en los instrumentos de evaluación de trámites, establecer lineamientos, procedimientos, lista de chequeo, formatos de campo con los que antes no se contaba, pero si estaban contemplados en la norma.

Por otro lado, la ingeniería ambiental representa un papel fundamental en el desarrollo de estos temas, puesto que, a pesar que se considere que este tipo de asuntos sean un poco más relacionados con lo jurídico y el derecho, el criterio técnico que proporciona la ingeniería es de vital importancia en el establecimiento o la creación de herramientas o instrumentos normativos o de gestión, esto debido a que la ingeniería permite ver desde una perspectiva más amplia, dando profundidad a las disposiciones que se establecen en general e incluyendo factores ambientales que tal vez se desconocerían en el derecho, o no se abarcarían en su totalidad.

Es por esto que este trabajo como herramienta de gestión de trámites y servicios ambientales que puede ser tenida en cuenta en el desarrollo de estudios relacionados con el tema, y como ya se dijo anteriormente, contribuye en la generación de nuevas herramientas o instrumentos para el cumplimiento de la normatividad, bien sea en otras corporaciones del país, o cualquier otra autoridad ambiental, adicionalmente, se complementan los instrumentos normativos existentes, tanto en esta Corporación, como a nivel nacional o local.

Adicionalmente, es importante seguir trabajando en este tema, dado que se puede seguir estudiando y contribuyendo en materia ambiental, además, es necesario, estar en constante actualización con respecto a las normas que pueden publicarse en futuro, bien sea para modificar, sustituir o derogar. Dado que el desarrollo de este trabajo, permite tener una base sólida en las investigaciones relacionadas con el tema tratado, ya que proporciona una estructura constituida desde diferentes puntos de vista, y se complementa con otras herramientas, las cuales han sido mencionadas a lo largo del documento.

10. Recomendaciones

Es necesario establecer los mecanismos de acción en cuanto al cumplimiento de la normatividad, para este caso, en la solicitud de permisos, autorizaciones y concesiones, puesto que este sirve para estandarizar las rutas de acción, los requisitos, los tiempos, etc., todo con relación al trámite, desde la presentación de la solicitud, los posibles casos que se presenten durante, hasta la finalización del trámite con la aprobación o desaprobación, otorgamiento o negación de los mismos.

Sin embargo, debido a que este tipo de protocolos son creados para ser aplicados a una región o a ciertas actividades, esto representa una limitación para la adaptación de los mismos en otras regiones o zonas, o para otro tipo de actividades, ya que no se pueden establecer los mismos lineamientos o directrices, y es necesario mejorarlos o cambiarlos, considerando diferentes factores del ambiente o del tipo de actividad para la que se va a aplicar, y realizando un análisis de estos.

Cabe resaltar la importancia de la relación entre las normas, y es fundamental, saber y conocer la norma a profundidad, en especial, las autoridades ambientales, encargadas de velar por el cumplimiento de toda la normatividad en materia ambiental; asimismo, no limitarse a las disposiciones por las instituciones nacionales, en vista de que, es necesario ir más allá y darle más profundidad a las mismas.

Adicionalmente, no solo se debe tener en cuenta el desarrollo teórico-técnico o la articulación de este tipo de herramientas de gestión documental, sino también, es imperativo que se considere la divulgación de la información, puesto que uno de sus propósitos es precisamente brindar instrumentos para facilitar y/u optimizar los trámites en la gestión ambiental.

Finalmente, es necesario mencionar que este trabajo de investigación es un primer paso en el establecimiento de los términos de referencia para los Planes de Contingencia por Contaminación Atmosférica, para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia.

Referencias bibliográficas

Acevedo, Y., & Niño, Z., & Ramos, A. (2010). Riesgos ambientales por emisiones atmosféricas en una refinería de petróleo. *Revista INGENIERÍA UC*, 17 (3), 85-91.

Anders, C. (1988). "Interview: The Effects Are Present". *México Journal*, vol. II (2): 3-4, octubre 10

Anónimo. (2017). Que el Pacto por el Aire de Medellín no sea puro humo. El Espectador. Recuperado el 26 de marzo de 2018 en <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/que-el-pacto-por-el-aire-de-medellin-no-sea-puro-humo-articulo-737358>.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2005). CONPES 3344 - Lineamientos para la Formulación de la Política De Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Bogotá, Colombia. 14 de marzo de 2005.

Consejo Nacional del Ambiente. (2007). Decreto del Consejo Directivo No. 015-CONAM/CD. Plan de Contingencia para Estados de Alerta por Contaminación del Aire en la Cuenca Atmosférica de La Oroya. Lima, 18 de julio de 2007.

Constitución Política de la República de Colombia. (1991). 2da Ed. Legis. Recuperado de <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>, el día 2 de marzo de 2018.

Cruz-Virosa, I., & Eras, J., & Sorinas-González, L., & Varela-Haro, A., & Costa-Pérez, I. (2015). Propuesta de procedimiento para el Control de Emisiones Atmosféricas en ambientes urbanos. Ingeniería Industrial, XXXVI (1), 2-16.

Decreto 1076. Diario Oficial Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 26 de mayo de 2015.

Decreto 321. Diario Oficial 43.507, Ministerio del Interior. Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas, en aguas marinas, fluviales y lacustres. Bogotá, Colombia. 22 de febrero de 1999.

Decreto 948. Diario Oficial No. 41876, Presidencia de la República de Colombia. Reglamento para la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Bogotá, Colombia. 05 de junio de 1995.

Decreto 979. Diario Oficial No. 46230, Presidencia de la República de Colombia. Modificación de los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. Bogotá, Colombia. 03 de abril de 2006.

Dirección de Medio Ambiente. (2016). Plan de Contingencias Atmosféricas Interno del Municipio de Guadalajara. Gobierno de Guadalajara. Guadalajara, México.

Environmental Management Bureau. (2008). Guidelines on Air Pollution Control Techniques and Devices. Department of Environment and Natural Resources. Filipinas. Recuperado el 18 de abril de 2018 de <https://air.emb.gov.ph/wp-content/uploads/2017/10/Guidelines-on-Air-Pollution-Control-Techniques.pdf>

Gobierno de la Ciudad de México. (6 de abril de 2016). Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México. México D.F., México.

Guerrero, O. (2017). Contingencia ambiental de Medellín: Una oportunidad para mejorar la calidad del aire en Colombia. *Revista Universidad EAFIT*, 52(170), 44-55. Retrieved from <http://ezproxy.unbosque.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/docview/1989855617?accountid=41311>

Gutiérrez Avila, H. J., & Corey, G. (1991). Lineamientos para un programa de protección de salud durante episodios atmosféricos. In *Curso básico sobre contaminación del aire y riesgos para la salud* (pp. 482-91). ECO.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, L. P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill

Junta Metropolitana del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2016). Acuerdo Metropolitano No. 15. Se aprueba se adopta el Protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín, Colombia.

Korc, M. E., & Maisonet, M. (2002). Directrices para la elaboración de los planes de acción locales para mejorar la calidad del aire. OPS/CEPIS/PUB/02.75.

Lladó Verdejo, A., & Marengo Juárez, J., & Borbolla Sala, M. (2000). Contingencia ambiental por contaminación atmosférica y su asociación con síntomas y signos respiratorios y oculares. *Salud en Tabasco*, 6 (1), 299-301.

Mansdorf, Z. (1993). Emergency planning for chemical spills. *Occupational Hazards*, 55(9), 137. Retrieved from <http://ezproxy.unbosque.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/docview/213685528?accountid=41311>

Mc Rae, G., Russel, A. G. (1990). "Smog, Supercomputers and Society: Mathematical Modelling of Photochemical Air Pollution". *Comput. Phys.* 4 (3): 227-232.

McCaskey, M. B. (1974). A contingency approach to planning: Planning with goals and planning without goals. *Academy of Management Journal* (Pre-1986), 17(2), 281. Retrieved from <http://ezproxy.unbosque.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/docview/229480559?accountid=41311>

Mohan, M., Panwar, T. S., & Singh, M. P. (1995). Development of dense gas dispersion model for emergency preparedness. *Atmospheric Environment*, 29(16), 2075-2087.

Molano, J. (1998). *Biogeografía de la Orinoquia colombiana*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Nieto, J. (2017). Lo que haría Medellín en caso de que se decreta alerta roja ambiental. El Tiempo. Recuperado el 26 de marzo de 2018 en <http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/posible-alerta-roja-ambiental-en-medellin-69810>

Resolución 909. Diario Oficial No. 47051, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas. Bogotá, Colombia. 05 de junio de 2008.

Sáenz Sánchez, C. A. (2008). Propuesta de Manejo Ambiental para Recuperar la Cuenca del Morona, debido a la contaminación por actividades de hidrocarburos. Tesis de doctorado. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.

Salas, C. B., & KLENNER, L. G. (2004). Aplicación de modelos de dispersión atmosférica en la evaluación de impacto ambiental: análisis del proceso. Tesis de grado. Santiago: Universidad de Chile.

Trujillo, M. R. F. (2011). Planes de contingencias. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com.ezproxy.unbosque.edu.co>

Wang, L., Zhang, F., Pilot, E., Yu, J., Nie, C., Holdaway, J., Yang, L., et al. (2018). Taking Action on Air Pollution Control in the Beijing-Tianjin-Hebei (BTH) Region: Progress, Challenges and Opportunities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 306. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15020306>