CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS NEGRO Y NARE - CORNARE

NIT. 890985138-3

CERTIFICADO DE DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL

Certificado No. **467**
Fecha de Vencimiento 31/12/2026
Prórrogas 0
Vigencia Fiscal: 2.026 **Fecha de Expedición:** 25 jun. 2026

Objeto: V.F ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y REALIZAR LA SIMULACIÓN DE DISPERSIÓN Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA MEDIANTE MODELOS DE TRANSPORTE QUÍMICO, EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE

Solicitante: Gestión Estratégica e Integral del Recurso Aire (MEGA)

Identificación Presupuestal	Concepto	Valor
Gastos-Inversión 320102 - 2.003.2.05.02.009 - 21	Servicios para la comunidad sociales y personales **Recurso Propio-**Destinación Específica R.B. Sobretasa / participación ambiental	313.253.814,00
	TOTAL CERTIFICADO	313.253.814,00

DETALLE DE AUTORIZACION PARA LA VIGENCIA FUTURA

Autorización Nº 484-2026 del 26 de junio de 2026

Vigencias Autorizadas 2

VIGENCIA FUTURA AUTORIZADA SEGUN ACUERDO CORPORATIVO 484 DE 26 DE JUNIO DE 2026

		2.027	Total
320102 - 2.003.2.05.02.009 - 21	Servicios para la comunidad sociales y personales Recurso Propio/DestinaciÃ³n Especifica R.B. Sobretasa / participación ambiental	**313,253,813.00**	313,253,813.00
Total		313,253,813.00	**313,253,813.00**

MARYORI LOPEZ OCAMPO
PE ESPECIALIZADO

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE, CORNARE
RESUMEN FICHA BPIAC

Plan de Acción: Plan de Acción 2024 - 2027

Línea Estratégica: Gestión Integral de los Recursos Naturales Renovables y la Biodiversidad

Programa: Gestión Integral del Recurso Aire

Problema del Programa: deterioro de la calidad del aire e incremento en los niveles de contaminación acústica en la jurisdicción Cornare.

Objetivo del Programa: desarrollar mecanismos que fortalezcan la gestión integral del recurso aire y ruido, a través del seguimiento de su calidad y del monitoreo de fuentes móviles y fijas dispersas, con el fin de prevenir y minimizar la emisión de contaminantes en la atmósfera y la disminución en los niveles de contaminación por ruido en la región.

Proyecto PAC: "Gestión Estratégica e Integral del Recurso Aire (MEGA) ZS-A3"

Actividad PAC: Actualización e implementación del plan de prevención, reducción y control de la contaminación del aire IMG 25 ODS 3 – Salud y Bienestar ODS 11 – Ciudades y comunidades sostenibles

Objetivo: Controlar y reducir la emisión de contaminantes atmosféricos y ruido a través de la promoción del uso de energías más limpias y de la implementación de prácticas sostenibles en sectores clave como la industria, el comercio y el transporte.

Indicador: Redes y estaciones de Monitoreo del Aire en operación

Entidad u Organización que propone: Cornare

Municipio donde se ejecuta: Región Cornare

Consecutivo PAC: 2.2.1.1.1

Presupuesto:

Vigencia 2024	Vigencia 2025	Vigencia 2026	Vigencia 2027
$ 0	$ 0	$ 0	$ 0

ESTUDIOS PREVIOS – OPORTUNIDAD Y CONVENIENCIA

ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y REALIZAR LA SIMULACIÓN DE DISPERSIÓN Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA MEDIANTE MODELOS DE TRANSPORTE QUÍMICO, EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE

RESPONSABLE DEL ESTUDIO:	**ÁREA QUE REALIZA EL ESTUDIO:**	**FECHA EN LA CUAL SE REALIZA EL ESTUDIO:**
Juan Fernando Zapata Montoya	Grupo Recurso Aire – Subdirección de Recursos Naturales	Septiembre de 2026

Señalar con una X el tipo de solicitud que se está haciendo			
Solicitud de Bien		**Solicitud de Servicio**	**X**

1. **DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD:**

CORNARE, como máxima Autoridad Ambiental encargada del manejo, administración, protección y control de los recursos naturales en la región, debe ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables.

En cuanto al recurso aire deberá controlar la emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.

En el año de 1998, Cornare da inicio al monitoreo de los parámetros Material Particulado PM-10 y Gases SO_2 y NOx, en tres estaciones de la red de monitoreo en la subregión Valles de San Nicolás, para el diagnóstico de la calidad del aire en esta zona.

En el año 2015 se actualizó tanto el inventario de emisiones, así como el modelo de dispersión de Valles de San Nicolás; de la zona calera de los Municipios de Puerto Triunfo y Sonsón, resultados que expusieron la necesidad de implementar una nueva red de monitoreo para dicho lugar.

Cornare viene realizando el monitoreo de los contaminantes criterio PM10, PM 2.5, CO, SO_2, NOx, y O_3, en un (1) punto en el Municipio de Rionegro; inicialmente a través del convenio 218-2020 con la UdeA, y posterior a través de otros convenios interadministrativos con la misma Universidad.

Paralelamente se realizan campañas de monitoreo (las cuales tienen una duración de tres (3) meses) de los contaminantes PM10 y PM2.5 en diversos puntos de la jurisdicción acorde a los resultados de la actualización (año 2023) del documento técnico que define el Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA para el territorio Cornare. Entre los puntos están el corregimiento de Doradal (en Puerto Triunfo) como estación de fondo; municipio de Guatapé como punto de interés por el elevado flujo vehicular; corregimientos de Jerusalén y La Danta (ambos en el municipio de Sonsón) a razón de las actividades extractivas y de beneficio de roca caliza; y municipios de Marinilla, La Ceja y Guarne en Valles de San Nicolás; estos últimos 3 municipios por su número de habitantes y dinámicas socio económicas, según la normatividad ambiental requieren de monitoreo de calidad del aire.

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

De acuerdo con la Resolución 2254 de 2017 “por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones” expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su artículo 5°, establece que “Todo SVCA fijo que opere en el territorio nacional deberá contar con un documento de diseño o rediseño y de operación de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire”

Adicionalmente la precitada Resolución en el artículo 6°, parágrafo 3, propone el uso de *modelos de dispersión de contaminantes* como una medida complementaria al monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.
El Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del aire, Manual de diseño de sistemas de Vigilancia de calidad del aire, incorpora los lineamientos a tener en cuenta para llevar a cabo el diseño y la operación de los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire en el país. Los lineamientos contemplan entre otros: a) los inventarios de emisiones atmosféricas, b) campañas de monitoreo y c) uso de modelos de dispersión de contaminantes.

Respecto a los inventarios de emisiones atmosféricas, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió la Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas http://roble.cdmb.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=19492); documento de referencia que compila los principales criterios técnicos necesarios para desarrollar un inventario de emisiones, el cual las autoridades ambientales, los municipios, las entidades territoriales, las instituciones académicas, los generadores de emisiones y el público en general, podrán encontrar información sobre los procedimientos y metodologías existentes para la elaboración de inventarios de emisiones que cumplan con criterios de calidad, coherencia, integridad, comparabilidad, representatividad y transparencia.

En cuanto a los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos, cobran especial relevancia los “modelos de transporte químico” o CTM (por sus siglas en inglés). La utilización de un modelo del tipo CTM para la simulación de contaminantes atmosféricos en la jurisdicción Cornare se justifica en la necesidad de representar de manera integral la dinámica de la calidad del aire, considerando tanto las *emisiones generadas localmente* por fuentes antrópicas (como industrias, actividades de servicios, fuentes móviles y otras actividades productivas), como los aportes provenientes de fuentes naturales, entre ellas la vegetación y los bosques, los cuales emiten compuestos precursores de contaminantes secundarios. Asimismo, este tipo de modelación permite incorporar *fenómenos de transporte regional y de larga distancia* (es decir, eventos de contaminación atmosférica generados fuera de la jurisdicción Cornare) asociados a incendios forestales, quema de biomasa, intrusión de polvo de Arenas del Desierto del Sahara y otros eventos atmosféricos que pueden influir significativamente en las concentraciones de contaminantes presentes en la región.

Un aspecto crucial en el estudio de la dispersión de los contaminantes atmosféricos en el territorio, corresponde al material particulado secundario (también conocidos como aerosoles segundarios), el cual se genera en la atmósfera a través de diferentes mecanismos tanto físicos como químicos y a partir de una amplia gama de precursores. Acorde a las caracterizaciones químicas realizadas a muestras de material particulado en los años 2022 y 2024 (https://www.cornare.gov.co/sistema-de-informacion-ambiental-regional/calidad-del-aire/), se observó que el material particulado presente en la atmósfera (aerosoles) en la jurisdicción Cornare tiene una composición muy variada (sulfatos, nitratos, carbono orgánico, carbón elemental, entre otros) que acorde la literatura científica, existen diferentes fuentes de las que pueden provenir dichos aerosoles.

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “CORNARE”
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

Mediante el uso de modelos de dispersión del tipo CTM se puede inferir las posibles fuentes de generación, así como a estimación de tasas de producción de esos aerosoles secundarios y acorde a los resultados proponer lineamientos para el asentamiento y/o regulación de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas en zonas de especial interés en la jurisdicción Cornare en términos de capacidad asimilativa de la atmosfera, las cuales pudiesen convertir en Determinantes Ambientales de Calidad del Aire.

Las dinámicas sociales y económicas en la jurisdicción de Cornare en los últimos años han incrementado su ritmo, el cual se evidencia a través del aumento del parque automotor en gran parte de los municipios de la región, establecimiento de nuevas actividades productivas (sector primario, manufactura y servicios) así como el traslado desde el Valle de Aburrá hacia el Oriente Antioqueño de empresas de diversos renglones de la economía susceptibles de generar contaminantes atmosféricos.

En el año 2023, Cornare realizó su última actualización del inventario de emisiones y modelo de dispersión tomando como año base el 2022.

Acorde al Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del aire, Manual de diseño, los inventarios de emisiones y modelos de dispersión ***deben actualizarse al menos cada tres (3) años o menor tiempo*** en caso que la Autoridad Ambiental dentro de sus actividades de control y seguimiento a la contaminación atmosférica, identifique aumentos en el número de fuentes de emisión y/o variaciones en sus emisiones

Todos los anteriores factores tienen impactos importantes en la calidad del aire de la jurisdicción por lo que se hace necesario actualizar el inventario de emisiones atmosféricas, así como el modelo de dispersión de contaminantes en énfasis especial en aerosoles secundarios y posteriormente establecer lineamientos frente a la capacidad asimilativa de la atmosfera en la jurisdicción de Cornare.

- Enmarcar la necesidad dentro del plan anual de adquisiciones al que pertenece:
El objeto contractual se encuentra contemplado dentro del plan anual de adquisiciones bajo el código 77121501 y hace parte del Plan de Acción Institucional y está inscrito en:

ESTRATEGIA	Gestión Integral de los Recursos Naturales Renovables y la Biodiversidad
PROGRAMA	Gestión Integral del Recurso Aire
Proyecto PAI	Gestión Estratégica e Integral del Recurso Aire
PROYECTO	Actualización e implementación del plan de prevención, reducción y control de la contaminación del aire IMG 25 ODS 3 – Salud y Bienestar ODS 11 – Ciudades y comunidades sostenibles

Según el clasificador de bienes y servicios de Naciones Unidas, los bienes que requiere CORNARE se encuentran clasificados en:

CÓDIGO	ACTIVIDAD
77000000	Servicios Medioambientales
77120000	Seguimiento, control y rehabilitación de la contaminación
77121500	Contaminación del aire
77121501	Gestión de la calidad del aire

Información que fue consultada en las siguientes páginas Web de Colombia Compra Eficiente:

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

http://www.colombiacompra.gov.co/es/Clasificacion
http://www.colombiacompra.gov.co/sites/default/files/manuales/UNSPSC_Spanish_v14_0801.pdf

2. ANÁLISIS DEL SECTOR RELATIVO AL OBJETO DEL PRESENTE PROCESO DE CONTRATACIÓN.

Para el análisis del sector relativo al objeto del presente Convenio, se ha diligenciado la ficha BPIA-C, documento que hace parte integral de los presentes estudios previos.

Respecto al valor del convenio se tuvo como referente la propuesta técnica económica de la UdeA, la cual contiene la estructura de costos asociados a elementos como requerimiento de recurso humano calificado, insumos y/o maquinaria, logística (transporte, sostenimiento en campo, etc.), visor, entre otros.

Adicionalmente se presentan las siguientes consideraciones:

La suscripción de un Convenio Interadministrativo entre el CORNARE, y LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, CORPORACIÓN ACADÉMICA AMBIENTAL, obedece a lo establecido en el artículo 113 de la Constitución Política, el cual promulga que los órganos del Estado, si bien tienen funciones separadas, deben colaborar armónicamente para la realización de sus fines, así como lo considerado en artículo 95 de la Ley 489 de 1998, el cual establece que “Las entidades públicas podrán asociarse con el fin de cooperar en el cumplimiento de funciones administrativas o de prestar conjuntamente servicios que se hallen a su cargo, mediante la celebración de convenios interadministrativos o la conformación de personas jurídicas sin ánimo de lucro”.

Así mismo, es la estrategia más eficaz para agilizar el proceso de ejecución de proyectos AMBIENTALES, y además se incentiva el posicionamiento de LA CORPORACIÓN ante las regiones y se promueve la activa participación y compromiso de los entes territoriales en el proceso de MONITOREO DE LOS RECURSOS NATURALES, específicamente la CALIDAD DE AIRE de la jurisdicción Cornare.

Se pensó la conveniencia de esta alternativa como un mecanismo para fortalecer la participación y la autonomía territorial a través de la descentralización de la ejecución de los procesos contractuales. Por este motivo, teniendo en cuenta el mandato legal y las competencias de cada una de las partes, se hace oportuna la celebración de un convenio interadministrativo, con el fin de acordar entre ambas entidades la ejecución descentralizada de proyectos para realizar eficiente y coordinadamente el desarrollo de los mismos.

Por otro lado, es importante resaltar que por tratarse de actividades que se ejecutan dentro de la jurisdicción, la parte más idónea para la ejecución del convenio interadministrativo es la Universidad de Antioquia, a través de la Corporación Académica Ambiental ya que éste tiene la experiencia suficiente en el manejo de los aspectos particulares que pueden incidir en la contratación dentro de la órbita de su jurisdicción.

En vista de lo anterior se muestra un histórico de convenios suscritos entre la Universidad de Antioquia y Cornare, en los cuales se evidencian una excelente ejecución de actividades y recursos:

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “CORNARE”
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

No. DE CONVENIO	OBJETO	VALOR
320-2017 **LIQUIDADO**	Desarrollar campaña de calidad del aire de manera simultánea en 4 puntos ubicados en la Subregión Valles de San Nicolás y en la Zona calera de Puerto Triunfo, realizando el muestreo y evaluación de los contaminantes criterio solicitados, en conjunto con la verificación metrológica de los medidores de partículas y variables meteorológicas de la Corporación.	$273.295.260
228 de 2018 **LIQUIDADO**	Desarrollar campaña de calidad del aire de manera simultánea en 5 puntos ubicados en la Subregión Valles de San Nicolás y en la Zona calera de la subregión bosques, realizando el muestreo y evaluación de los contaminantes criterio solicitados, en conjunto con la verificación metrológica de los medidores de partículas y variables meteorológicas de la Corporación.	$ 279´489.586
218 de 2020 **LIQUIDADO**	Realizar monitoreo continuo de calidad del aire realizando el muestreo y evaluación de los contaminantes criterio solicitado de manera simultánea y en tiempo real, en un punto localizado en el municipio de Rionegro.	$ 596.250.547
481-2021 **LIQUIDADO**	Desarrollar la campaña de monitoreo de calidad del aire de manera simultánea en cuatro (4) puntos, ubicados en la Subregión Valles de San Nicolás y en la Zona Calera de la Subregión Bosques, realizando el muestreo y evaluación de los contaminantes criterio solicitados, en conjunto con la verificación metrológica de variables meteorológicas de las Corporación.	$260.000.000
484-2021 **LIQUIDADO**	Realizar monitoreo continuo de calidad del aire a través del muestreo y evaluación de los contaminantes criterio solicitados de manera simultánea y en tiempo real en un punto localizado en el municipio de Rionegro.	$942.857.142
374-2022 LIQUIDADO	Desarrollar la campaña de monitoreo de calidad del aire de manera simultánea en cuatro (4) puntos, ubicados en la Subregión Valles de San Nicolás y en la Zona Calera de la Subregión Bosques, realizando el muestreo y evaluación de los contaminantes PM10 y PM2.5, y caracterización química de filtros de material particulado.	$ 326.293.400
141-2023 **LIQUIDADO**	Actualización del inventario de emisiones al aire y modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos en zonas de interés en la jurisdicción Cornare	$ 582.610.000
189-2023 **LIQUIDADO**	Efectuar monitoreo en tiempo real de contaminantes criterio en un punto en el municipio de Rionegro, y apoyar técnicamente la gestión del recurso aire en la jurisdicción de Cornare	$ 701.508.049
125-2024 **EN LIQUIDACIÓN**	Desarrollar el monitoreo en tiempo real de contaminantes criterio en un punto en el municipio de Rionegro, y apoyar técnicamente la gestión del recurso aire en la jurisdicción de Cornare	$ 2.179.981.155
355-2024 **LIQUIDADO**	Realizar campaña de monitoreo de la calidad del aire en los Sistemas de Vigilancia de la Corporación y apoyar técnicamente la gestión del recurso aire en la jurisdicción de Cornare”	$399.203.382

SC 1544-1 SA 159-1

Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “CORNARE”

Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3

Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co

Cornare • @cornare • cornare • Cornare

CI-515-2025 **EN EJECUCIÓN**	Realizar campaña de monitoreo de la calidad del aire en los Sistemas de vigilancia de la Corporación y apoyar técnicamente la gestión del recurso aire en la jurisdicción de Cornare	$ 324.563.925
CI-713-2025 **EN EJECUCIÓN**	DETERMINAR LOS NIVELES DE INMISIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO MEDIANTE EL MONITOREO EN TIEMPO REAL EN UN PUNTO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RIONEGRO, Y APOYAR TÉCNICAMENTE LA GESTIÓN DEL RECURSO AIRE EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE	$1.891.677.153
CI-650-2025 **EN EJECUCIÓN**	REALIZAR MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE (MATERIAL PARTICULADO PM 10 Y PM 2.5) EN EL MUNICIPIO DE LA CEJA DEL TAMBO	$ 168.596.904

3. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO A CONTRATAR Y SUS ESPECIFICACIONES:

3.1. OBJETO:

"ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y REALIZAR LA SIMULACIÓN DE DISPERSIÓN Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA MEDIANTE MODELOS DE TRANSPORTE QUÍMICO, EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE"

3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Para el desarrollo de las actividades y consecución de los productos establecidos que se detallan a continuación, la Corporación define el objeto contractual a partir del cumplimiento de las siguientes condiciones técnicas.

1. Todos los gastos operativos que se requieran (traslado de personal, manutención, alquiler de equipos de cómputo, entre otros.) para el cumplimiento del objeto del contrato serán asumidos por la Universidad.

2. La Universidad deberá garantizar las afiliaciones a seguridad social y parafiscales del personal que intervenga en el proyecto, y cumplir con las normas de seguridad y salud ocupacional aplicables acorde a la normatividad vigente. Así mismo, deberá garantizar que el personal cuente con los equipos (para acciones operativas, elementos de protección personal requeridos, entre otros) y capacitación necesaria para el desarrollo de todas las actividades asociadas, entre ellas trabajo en alturas y otras que pudieran requerirse.

3. La Universidad deberá suministrar el transporte y la logística necesaria para el desarrollo del objeto contractual (traslado de equipos y personal para efectos trabajo en campo, aforos, levantamiento de información, entre otros).

4. La Universidad deberá implementar acciones para la prevención, minimización, y/o mitigación de los riesgos e impactos ambientales que se generen con la ejecución del objeto contractual.

5. La Universidad deberá custodiar y guardar confidencialidad de la información que con ocasión de la realización del estudio se genere.

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

6. Las actividades se desarrollan con base a información ya existente (trabajo de oficina). En caso de ser necesario cualquier tipo de actividad de campo (visitas a proyectos obras o actividades para verificación de información vía encuestas, cuestionarios, etc., así como realización de aforos vehiculares, entre otras actividades), la Universidad deberá Suministrar el transporte y la logística necesaria para llevar a cabo las mismas. Aclarando que en ningún momento se requiere instalar equipos en campo para poder actualizar dicha información.

ÍTEM	ACTIVIDAD A DESARROLLAR	UND	CANT
Alcance 1. Inventario de emisiones de fuentes fijas puntuales industriales, de área, dispersas, difusas y GEI, año base 2025			
1.1	Adquisición y filtrado de bases de datos empresariales Se hará uso de las bases de datos de CONFECÁMARAS para identificar las empresas del sector industrial y agroindustrial que estén registradas en los municipios bajo jurisdicción de CORNARE, siendo el código CIIU de los sectores mencionados, el criterio que define la cantidad de entradas de la base de datos. Esta base de datos se complementará con la última encuesta manufacturera del DANE para tener una aproximación al nivel de consumo de energéticos y tipo de energéticos utilizados en el sector industrial y agroindustrial.	Base de datos de fuentes identificadas	1
1.2	A través de los canales de acceso a la base de información de la CORPORACIÓN se descargarán los informes isocinéticos y los expedientes de las empresas que cuentan con fuentes de interés. En el caso de la información requerida para los modelos de estimación de emisiones asociadas a tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales, y actividades AFOLU, se validará la información existente en la base de información de la CORPORACIÓN y en segunda instancia mediante solicitud escrita a la secretaría/subsecretaría de ambiente, planeación o agricultura (según aplique) del municipio donde está la fuente de interés.	Consolidado de información recopilada	1
1.3	Elaboración de base de datos con factores de emisión (US-EPA, EEA, IPCC)	Base de datos de factores de emisión	1
1.4	Elaboración del inventario de emisiones año base 2025	Informe de inventario de emisiones 2025	1

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

	Emisiones tales como material particulado (PM), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2) y compuestos orgánicos volátiles (VOC) se extraerán directamente de los informes isocinéticos. En el caso de las emisiones de PM y VOC de fuentes fijas dispersas y de área, así como otro tipo de contaminantes asociados a las fuentes fijas tales como el material particulado menor a 10 y 2.5 micras (PM10 y PM2.5, respectivamente), compuestos metálicos, sustancias agotadoras de la capa de ozono, entre otros, serán estimados a partir de factores de emisión y la información de producción presentes en los informes isocinéticos y expedientes de la fuente alojado en las bases de información de la CORPORACIÓN. Los factores de emisión a utilizar serán principalmente los asociados a la base de datos de la USA-EPA, la EEA y el IPCC. En caso de que el análisis de tipo de fuente e industrias evidencien poblaciones representativas de fuentes con emisiones que no pueden ser cuantificadas a través de los factores de emisión en las bases de datos mencionadas, se procederá a desarrollar una búsqueda bibliográfica para la identificación de posibles fuentes de información que permitan hacer una estimación de dichas de emisiones.		
1.5	Desarrollo del tablero en Power BI Contendrá todos los gráficos que se manejan en un inventario de emisiones, con filtros de municipio, subregión, año, tipo de fuente y tipo de industria, y resolución temporal (emisión/h o emisión/año). Dentro de los gráficos a contener se incluirá: • Densidad de subsectores económicos en toda la jurisdicción y por municipio. • Densidad de tipo de fuentes en toda la jurisdicción y por municipio. • Generación de emisiones atmosféricas por subsector económico, tipo de fuente y municipio. • Matriz de energía aportada por los combustibles en toda la jurisdicción y en cada municipio. • Generación de emisiones atmosféricas por tipo de combustible.	Tablero Power BI funcional y Socialización a Grupo Recurso Aire de Cornare	1

SC 1544-1 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

	• Historial de emisiones atmosféricas por fuente.		
Alcance 2. Estimación de Emisiones Vehiculares (IVE) y Modelo de dispersión fotoquímico (WRF-Chem)			
2.1	Recopilación de información secundaria y parametrización IVE La actividad se rige por el IVE Model User's Manual (Versión 2.0, mayo de 2008), desarrollado conjuntamente por el International Sustainable Systems Research Center (ISSRC) y la Universidad de California en Riverside (UCR - CE-CERT). Es un modelo computacional diseñado específicamente para estimar emisiones de fuentes móviles en países en desarrollo, prediciendo contaminantes locales, gases de efecto invernadero y contaminantes tóxicos. El modelo requiere dos archivos de entrada obligatorios — uno que describe la flota vehicular y otro que describe la actividad vehicular (comportamiento de conducción) para la localidad de interés — y opcionalmente un tercer archivo si se dispone de factores de emisión locales específicos. Se usa este modelo específicamente, ya que los modelos alternativos fueron desarrollados y calibrados para EE.UU. o Europa, y no representan adecuadamente la heterogeneidad tecnológica del parque automotor de países en desarrollo (motos de baja cilindrada, vehículos de mayor edad, patrones de conducción distintos). El IVE fue diseñado explícitamente para suplir ese vacío y ha sido aplicado y validado en ciudades como Lima, Santiago, São Paulo y México — es decir, en contextos latinoamericanos comparables al de Colombia.	Informe avance	1
2.2	Ejecución IVE y especialización de Emisiones La ejecución del modelo IVE se realiza conforme al manual citado en 2.1, que entrega factores y tasas de emisión por categoría tecnológica; y (2) la espacialización, que es un procedimiento estándar de modelación de calidad del aire (no exclusivo del IVE) mediante el cual las	Grillas netCDF (Archivos digitales) + Informe final	1

Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare
icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1

	emisiones agregadas se desagregan geográficamente, con base en variables como red vial, aforos vehiculares (conteos de tráfico) y uso del suelo. El IVE entrega emisiones totales o por categoría de vía, pero el modelo de dispersión fotoquímico (WRF-Chem, ver 2.3) requiere las emisiones distribuidas en una grilla (rejilla espacial regular) con resolución horaria. Sin este paso, las emisiones vehiculares no pueden ser asimiladas como insumo del modelo de dispersión. Las grillas NetCDF = *Network Common Data Form*, son un formato estándar de archivos binarios auto-descriptivos usado universalmente en modelación atmosférica (WRF, WRF-Chem, reanálisis ERA5, etc.) para almacenar datos multidimensionales (tiempo, latitud, longitud, nivel vertical). Es el formato de salida exigido por el propio modelo WRF-Chem, no una elección arbitraria del equipo técnico.		
2.3	Setup HPC, configuración WRF-Chem y ERA5 Los lineamientos para esta instalación y configuración están dados por el manual propio del modelo (*WRF-Chem User's Guide),* publicación oficial mantenida por NOAA/NCAR (National Oceanic and Atmospheric Administration / National Center for Atmospheric Research), actualmente en su versión 4.4. La guía cubre la descripción general del sistema de modelación WRF-Chem De acuerdo con el manual **HPC** = *High Performance Computing* (Computación de Alto Rendimiento): infraestructura de cómputo paralelo (clústeres con múltiples nodos/núcleos) necesaria porque WRF-Chem es computacionalmente muy exigente al resolver simultáneamente ecuaciones meteorológicas y de química atmosférica en cada paso de tiempo. **ERA5** = quinta generación de reanálisis climático del *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF),	Informe técnico de avance WRFChem	1

SC 1544-1 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

	disponible a través del Copernicus Climate Data Store. Se usa como condición inicial y de frontera porque provee campos meteorológicos globales reconstruidos, con resolución temporal horaria — necesaria para inicializar y actualizar las fronteras laterales del dominio WRF-Chem. El dimensionamiento del clúster (número de nodos, núcleos, memoria) depende directamente de la resolución espacial y extensión del dominio, y debe documentarse antes de ejecutar las corridas porque de eso depende el tiempo de cómputo (ver 2.5, donde se justifican las 8.760 horas simuladas repartidas en 2 máquinas).		
2.4	Preproceso de emisiones (fuentes fijas, área, móviles) El WRF-Chem exige que las emisiones se entreguen en un formato específico llamado *wrfchemi*, generado mediante las herramientas de preprocesamiento oficiales documentadas en el repositorio *WRF-Chem-Preprocessing-Tools* de NCAR/ACOM (Atmospheric Chemistry Observations and Modeling), que incluyen utilidades como anthro_emiss (emisiones antropogénicas), bio_emiss (emisiones biogénicas) y fire_emiss (emisiones por incendios). **Técnicamente el modelo permite** Integrar tres tipos de fuentes en un único set de archivos con resolución horaria y especiación química compatible con el mecanismo elegido (CBMZ, ver 2.5): • **Fuentes fijas/puntuales:** industria, chimeneas identificables geográficamente. • **Fuentes de área:** emisiones difusas (residencial, comercial, pequeña industria). • **Fuentes móviles:** resultado directo de la espacialización del IVE (actividad 2.2). Sin este preproceso, WRF-Chem no tiene forma de "leer" las emisiones — el modelo exige el formato *wrfchemi* como requisito	Archivos wrfchemi Integrados	1

Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare
SC 1544-1 SA 159-1

	técnico de arquitectura del software, no como preferencia metodológica del equipo.		
2.5	Corridas WRF-Chem CBMZ-MOSAIC 4-bin (2 máquinas, 8.760h) La combinación CBMZ-MOSAIC es una de las configuraciones de química (chem_opt) documentadas oficialmente en la *WRF-Chem User's Guide*, específicamente la opción chem_opt = 9, correspondiente al mecanismo químico CBMZ combinado con el esquema de aerosoles MOSAIC **CBMZ** = *Carbon Bond Mechanism version Z*: mecanismo químico en fase gaseosa que reduce el número de especies y reacciones sin perder representatividad química, lo que lo hace computacionalmente viable para dominios grandes. • **MOSAIC** = *Model for Simulating Aerosol Interactions and Chemistry*: esquema de aerosoles Simula de forma seccional (por bins/tamaños de partícula) especies como sulfatos, nitratos, amonio, carbono negro (BC) y materia orgánica. • **4-bin:** significa que la distribución de tamaños de partícula se representa en 4 categorías o "cajones" de diámetro (existe también la versión de 8 bins, de mayor resolución pero mayor costo computacional). La elección de 4 bins es una decisión estándar de balance costo-computacional/ precisión	Informe de Resultados preliminares de simulaciones	1
2.6	Validación meteorológica y de calidad del aire La validación se realizará mediante la comparación estadística entre las salidas del modelo WRF-Chem y los datos observados en superficie, para el mismo periodo simulado (8.760 horas). Para la componente meteorológica, se contrastarán las variables de temperatura a 2 m, humedad relativa, y velocidad y dirección del viento a 10 m contra los registros de estaciones de la red oficial disponible dentro del dominio de estudio (IDEAM/SISAIRE y, de estar disponibles, estaciones de la red CORNARE/AMVA), aplicando las métricas estadísticas estándar reconocidas en la literatura de	Informe técnico de avance 2 con validación	1

Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare
SC 1544-1 SA 159-1

	modelación atmosférica: sesgo medio (Mean Bias - MB), error cuadrático medio (Root Mean Square Error - RMSE) e índice de acuerdo (Index of Agreement - IOA). Los resultados se contrastarán contra los valores de referencia (*benchmarks*) propuestos por Emery et al. (2001), ampliamente adoptados para evaluar modelos meteorológicos usados como insumo de modelos de calidad del aire: velocidad del viento (RMSE ≤ 2 m/s; MB ≤ ±0.5 m/s; IOA ≥ 0.6), dirección del viento (error medio ≤ 30°; MB ≤ ±10°) y temperatura (error medio ≤ 2 K; MB ≤ ±0.5 K; IOA ≥ 0.8), entendidos como guía orientativa y no como criterio único de aceptación o rechazo del modelo. Para la componente de calidad del aire, se comparará la concentración simulada de PM2.5, PM10, O_3, NO_2, SO_2 y CO contra los registros horarios y diarios de las estaciones de monitoreo de calidad del aire disponibles dentro del dominio (SISAIRE), evaluando tanto el ciclo diurno como la magnitud absoluta de las concentraciones mediante las mismas métricas estadísticas (MB, RMSE, correlación), lo que permitirá identificar sesgos sistemáticos del modelo (sobreestimación o subestimación) y evaluar su capacidad de representar tanto los niveles de fondo como los episodios de alta concentración.		
2.7	Análisis PM2.5 secundario e informe final El PM2.5 (material particulado con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras) se clasifica en dos categorías según su origen: PM2.5 primario: emitido directamente a la atmósfera desde la fuente (por ejemplo, hollín de procesos de combustión vehicular o industrial). PM2.5 secundario: no se emite directamente, sino que se forma en la atmósfera a partir de reacciones fotoquímicas de precursores gaseosos — principalmente SO_2 (que forma sulfatos), NO_x (que forma nitratos) y compuestos orgánicos volátiles (que forman aerosol orgánico secundario).	Informe final + netCDF (archivos digitales) + códigos (archivos digitales)	1

SC 1544-1 SA 159-1

Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"

Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3

Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co

Cornare • @cornare • cornare • Cornare

	El análisis de esta fracción secundaria requiere necesariamente un modelo con química atmosférica acoplada (como WRF-Chem), ya que modelos de dispersión más simples (tipo gaussiano) no tienen capacidad de representar las reacciones químicas que dan origen a estas especies. Por esta razón se seleccionó el esquema MOSAIC (Model for Simulating Aerosol Interactions and Chemistry, Zaveri et al., 2008), que resuelve de forma explícita la partición y formación de sulfatos, nitratos, amonio y materia orgánica secundaria en la fase de aerosol		
Alcance 3. Componente comunicacional			
3	Formulación del plan comunicaciones	Documento	1
3.1	Producción de contenidos informativos y pedagógicos sobre el recurso Aire para las redes sociales de Cornare	Textos con piezas gráficas, fotos o videos en formato para redes sociales	12
3.2	Elaboración de contenidos noticiosos sobre hitos institucionales asociados al recurso Aire, para medios de comunicación, sitio web y demás canales de Cornare	Textos con piezas gráficas, fotos, videos o audios	5
3.3	Gestión de espacios radiales en la Emisora Cultura de la Universidad de Antioquia para la divulgación de los resultados de gestión y del portafolio de trámites ambientales asociados al recurso Aire	Espacios radiales gestionados	3
3.4	Apoyo comunicacional al Grupo Aire Cornare en jornadas ambientales promovidas por la entidad	No aplica	3
3.5	Gestión y acompañamiento comunicacional de la participación institucional en eventos asociados al recurso Aire que tengan lugar durante la vigencia del convenio	No aplica	2

3.3. DISEÑOS, PERMISOS Y/O LICENCIAS:

El desarrollo del objeto del contrato, no requiere de ningún tipo de permiso, autorización o concesión de alguna autoridad ambiental, municipal, administrativa o de la Universidad.

Con respecto al modelo de dispersión de contaminantes, este aplicativo computacional, corresponde a un software libre (open source) acorde a lo informado en la pagina web del software en la US-NCAR https://www2.acom.ucar.edu/wrf-chem

3.4. Con ocasión del presente proceso, el convenio a celebrar es: interadministrativo

4. PLAZO:

SC 1544-1 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

El convenio tiene un plazo de quince (15) meses según el cronograma de actividades de la propuesta técnico-económica.

Este plazo inicia a partir de la firma del acta de inicio, previa legalización del convenio.

5. VALOR Y FORMA DE PAGO:

5.1. VALOR:

El valor del convenio es de **SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS MILLONES CIENTO DIECINUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO PESOS ($ 696.119.585)**, aportes que se distribuyen de la siguiente manera:

APORTANTES	APORTES EN DINERO	VALOR APORTADO EN SERVICIOS Y/O ESPECIE	DESCRIPCIÓN DEL APORTE EN SERVICIOS Y/O ESPECIE	TOTAL
CORNARE	**$ 626.507.626**	N/A	N/A	**$ 626.507.626**
UNIVERSIDAD	N/A	**$ 69.611.959**	Modelación de fuentes biogénicas de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOCs) a partir del inventario MEGAN, y de emisiones asociadas a incendios forestales a partir del inventario FINN (Fire INventory from NCAR) utilizando el modelo WRF.	**$ 69.611.959**
TOTAL	**$ 626.507.626**	**$ 69.611.959**		**$ 696.119.585**

PARÁGRAFO: Dicho valor no incluye impuestos, tasas y gravámenes establecidos por la Universidad en caso de generarse, serán asumidos en su totalidad por esta.

El presente proceso tendrá vigencias futuras de CORNARE de conformidad con el acuerdo 484 de 2026, discriminadas de la siguiente manera:

Proceso	VIGENCIA 2026	VIGENCIA 2027
ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y REALIZAR LA SIMULACIÓN DE DISPERSIÓN Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA MEDIANTE MODELOS DE TRANSPORTE QUÍMICO, EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE	$ 313.253.813	$ 313.253.813

5.2. FORMA DE PAGO:

CORNARE con los recursos propios, se compromete a pagar a la Universidad el valor del contrato resultante del presente proceso, de la siguiente manera:

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

Un primer desembolso de 50% equivalente a un **pago anticipado** una vez se presente la siguiente información y el respectivo visto bueno de la supervisión por parte de Cornare:

- presentación del cronograma detallado de actividades y la metodología de trabajo del proyecto.

Un segundo desembolso del 30% una vez se presente la siguiente información y el respectivo visto bueno de la supervisión por parte de Cornare:

- El primer informe parcial de avance #1, que incluirá los ítems 1.4; 1.5; 2.1; 3.1-3.5 señaladas en el numeral 3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS del presente estudio previo

Un tercer desembolso del 10% una vez se presente la siguiente información y el respectivo visto bueno de la supervisión por parte de Cornare:

- El informe parcial de avance #2, a que hace referencia el ítem 2.6 señalado en el numeral 3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS del presente estudio previo.

Un cuarto y último desembolso del 10% una vez se presente la siguiente información y el respectivo visto bueno de la supervisión por parte de Cornare:

- El informe final de ejecución del convenio, el cual debe incluir todos los ítems relacionados en el numeral 3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS del presente estudio previo.

LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA realizará los aportes en servicios a que se comprometió según el numeral 5.1.

6. OBLIGACIONES DE LAS PARTES:

6.1. DE CORNARE

a) Ordenar los desembolsos de recursos, de acuerdo a la forma establecida en los numerales 5.1 y 5.2.
b) Realizar la supervisión al convenio, para lo cual el supervisor deberá presentar informes con cada cuenta de cobro (factura) de acuerdo al formato FGJ -135.
c) Suministrar y/o apoyar el proceso de adquisición de la información necesaria para el logro del objeto del contrato, mediante el acceso a las bases de datos Corporativas y/o expedientes ambientales.
d) De ser necesaria alguna visita a empresas objeto de control y seguimiento por parte de esta Autoridad ambiental, Cornare coordinará con las empresas el acceso del personal de la UdeA a las instalaciones de dichas organizaciones.

6.2. DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA:

a) Cumplir a satisfacción con el objeto del contrato.
b) Cumplir con las especificaciones técnicas y características mínimas establecidas en los estudios particularmente lo relativo al numeral 3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS del presente documento.
c) Cumplir con todo lo establecido en la propuesta presentada y documentos que hacen parte integral del presente proceso.
d) La elaboración de la actualización del inventario de emisiones deberá realizarse con fundamento en la “Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas”

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “CORNARE”
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

expedida por Min Ambiente (http://roble.cdmb.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=19492).-

e) Previo a la suscripción del convenio, presentar la Constancia del registro de la Autoevaluación de los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST de qué trata el artículo 27 de la resolución 0312 de 2019 en la aplicación habilitada en la página web del Ministerio de Trabajo https://sgrl.mintrabajo.gov.co.
f) Una vez suscrita el acta de inicio, presentar el listado de personal que intervenga en el proyecto, acompañadas de los certificados vigentes de afiliación a seguridad social (salud, pensión, riesgos laborales) así como parafiscales. Así mismo, en caso de ser necesario cualquier tipo de actividad de campo, la Universidad deberá garantizar que el personal cuente con los equipos (para acciones operativas, elementos de protección personal requeridos, entre otros) y capacitación necesaria para el desarrollo de todas las actividades asociadas.
g) En caso de ser necesario cualquier tipo de actividad de campo (visitas a proyectos obras o actividades para verificación de información vía encuestas, cuestionarios, etc.: así como realización de aforos vehiculares, entre otras actividades), la Universidad deberá Suministrar el transporte y la logística necesaria para el desarrollo del objeto contractual (traslado de equipos y personal para efectos trabajo en campo, aforos, levantamiento de información, entre otros) e implementar acciones para la prevención, minimización, y/o mitigación de los riesgos e impactos ambientales que se generen con la ejecución del objeto contractual.
h) La Universidad deberá garantizar la confidencialidad de la información que se genere, con ocasión de la actualización del del inventario de emisiones, así como de la elaboración del estudio de dispersión de contaminantes atmosféricos vía modelo de dispersión.
i) Los cambios en la programación, personal entre otros, deberán ser aprobados previamente por parte del supervisor.
j) Entregar de manera oportuna la información que sea solicitada por la Supervisión en cualquier momento como seguimiento a la ejecución del convenio.
k) Cumplir con lo establecido en el artículo 23 de la ley 1150 de 2007.
l) Realizar los aportes a que se compromete en servicios.

7. SUPERVISIÓN:

La supervisión del convenio será efectuada por el funcionario Juan Fernando Zapata Montoya, adscrito al Grupo Recurso Aire, quien contará con el Subdirector de Recursos Naturales, como Coordinador para ejercer la supervisión del mismo.

8. FUNDAMENTO JURÍDICO QUE SUSTENTA LA MODALIDAD DE SELECCIÓN DEL CONTRATISTA:

EL artículo 2º numeral. 4º literal C) de la Ley 1150 DE 2007 y artículo 2.2.1.2.1.4.4. del Decreto 1082 de 2015.

9. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO QUE SOPORTA EL VALOR ESTIMADO DEL CONVENIO:

Dentro de la propuesta presentada por la UdeA, para el cumplimiento de las actividades del numeral 3.2 del presente documento, la Universidad estima el valor del convenio incluido el aporte en servicios que propone se tiene la siguiente escruta de costos.

icontec ISO 9001 SC 1544-1
icontec ISO 14001 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL [COP]
Costos de infraestructura		
1	Implementación y uso de servidores AWS, equipos de cómputo especializados para modelación, uso de software especializado y licencias requeridas	$215.283.089
Alcance 1 Inventario fuentes fijas		
2	Inventario de emisiones de fuentes fijas puntuales industriales, de área, dispersas, difusas y GEI, año base 2025, CORNARE	$120.974.537
Alcance 2 Inventario de fuentes móviles y modelo de dispersión		
3	Ítem 1 –Inventario de emisiones de fuentes móviles con modelación en IVE	$78.975.000
4	Ítem 2 – Modelo de dispersión fotoquímico WRFChem para la jurisdicción de CORNARE	$211.275.000

Relación de costos de los entregables

Por su parte la Universidad, como contrapartida, realizará un aporte en servicios valorados en $ 69.611.959, los cuales corresponden “Modelación de fuentes biogénicas de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOCs) a partir del inventario MEGAN, y de emisiones asociadas a incendios forestales a partir del inventario FINN (Fire INventory from NCAR) utilizando el modelo WRF”.

Con todo esto el valor total del convenio asciende a $696.119.585.

El análisis de lo anteriormente descrito, lleva a tomar la decisión de realizar este convenio con la Universidad, quien tiene la capacidad técnica y logística para realizar la medición de los parámetros requeridos, durante el periodo definido por la Corporación, cumplimiento rigurosamente los requerimientos normativos establecidos para su monitoreo.

10. JUSTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE SELECCIÓN

Se contrata directamente atendiendo la calidad de las partes, toda vez que se trata de entidades públicas y atendiendo a la idoneidad y experiencia de la Universidad de Antioquia, a través de la Facultad de Ingenierías.

11. ANÁLISIS DEL RIESGO Y FORMA DE MITIGARLO:

Para el análisis del riesgo del presente proceso de contratación se ha diligenciado el formato FGJ-159 denominado “Administración del Riesgo en Contratación” documento que hace parte integral de los presentes estudios previos.

12. ANÁLISIS QUE SUSTENTA LA EXIGENCIA DE GARANTÍAS DESTINADAS A AMPARAR LOS PERJUICIOS DE NATURALEZA CONTRACTUAL O EXTRACONTRACTUAL, DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO DEL OFRECIMIENTO O DEL CONVENIO:

De acuerdo al análisis realizado en el formato F-GJ-159 denominado “Administración del Riesgo en Contratación” se determinó que es necesario constituir las siguientes garantías:

SC 1544-1 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “CORNARE”
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

De devolución de pago anticipado por un monto del 100% del valor entregado como pago anticipado y vigencia durante el plazo de ejecución y cuatro (4) meses más.

- **De cumplimiento del contrato** por un monto del veinte por ciento (20%) del valor total del contrato y vigencia durante el plazo de ejecución y cuatro (4) meses más.
- **De salarios y Prestaciones Sociales** por un monto del cinco por ciento (5%) del valor total del contrato y vigencia durante el plazo de ejecución y tres (3) años más.
- **De calidad del servicio** por un monto del veinte por ciento (20%) del valor total del contrato y vigencia durante el plazo de ejecución y cuatro (04) meses más.
- **Responsabilidad Civil Extracontractual**, por un monto de 200 smmlv y con una vigencia durante el plazo de ejecución del contrato.

13. LA INDICACIÓN DE SI EL PROCESO DE CONTRATACIÓN ESTÁ COBIJADO POR UN ACUERDO COMERCIAL.

De conformidad con lo establecido en el Manual para el Manejo de los Acuerdos Comerciales en Procesos de Contratación, Anexo 4: Expedido por Colombia Compra Eficiente, los convenios interadministrativos están excepcionados en el numeral 17 de dicho anexo.

ÁLVARO DE JESÚS LÓPEZ GALVIS
Subdirector de Recursos Naturales

JUAN FERNANDO ZAPATA MONTOYA
PE Grupo Recurso Aire

Revisó: Abogada/ Andrea Urán Madrigal
VB: Jefe Oficina Jurídica/ John Eduer Marín Morales

SC 1544-1 SA 159-1
Conectados por la Vida, la Equidad y el Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare "CORNARE"
Km 50 Autopista Medellín - Bogotá. Carrera 59 Nº 44-48 El Santuario - Antioquia. Nit:890985138-3
Teléfonos: 520 11 70 – 546 16 16, www.cornare.gov.co, e-mail: cliente@cornare.gov.co
Cornare • @cornare • cornare • Cornare

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y NARE "CORNARE"

ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO PARA PROCESOS DE CONTRATACIÓN

OBJETO DEL CONTRATO	ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y REALIZAR LA SIMULACIÓN DE DISPERSIÓN Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA MEDIANTE MODELOS DE TRANSPORTE QUÍMICO, EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE
MODALIDAD DE CONTRATACIÓN	CONTRATACION DIRECTA
DEPENDENCIA	Grupo Recurso Aire – Subdirección de Recursos Naturales — VALOR ESTIMADO DEL CONTRATO: $ 696.119.585

1. IDENTIFICAR Y CLASIFICAR LOS RIESGOS							**2. EVALUAR Y CALIFICAR LOS RIESGOS**							**3. ASIGNACIÓN Y TRATAMIENTO**							**4. MONITOREAR LOS RIESGOS**			
							IMPACTO				VALORACIÓN DEL RIESGO					IMPACTO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO							MONITOREO	
No	CLASE	FUENTE	ETAPA	TIPO	DESCRIPCIÓN(¿qué puede pasar y cómo puede cocurrir?)	CONSECUENCIA DE LA VALORACIÓN DEL RIESGO	CALIFICACIÓN CUALITATIVA	CALIFICACIÓN MONETARIA	CATEGORÍA	PROBABILIDAD	C. CUALITATIVA	C. MONETARIA	TOTAL	A QUIEN SE LE ASIGNA	TRATAMIENTO (controles a ser implementados)	PROBABILIDAD	IMPACTO	VALORACIÓN	CATEGORIA	¿Afectación?	Responsable Tratamiento	Fecha estimada de inicio del tratamiento	Fecha estimada en que se completa el tratamiento	¿Cómo se realiza el monitoreo?	periodicidad ¿cuándo?
1	General	Interno	Planeación	Regulatorios	Estudios previos sin los requisitos esenciales para la identificación de la modalidad a contratar	Incremento en los Costos operativos por la pérdida de tiempo y pérdida de imagen y credibilidad por la inadecuada formulación del proceso contractual.	Afecta la ejecución del contrato sin alterar el beneficio para las partes	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del contrato	Raro	1	3	1	3,0	Entidad	Procesos de capacitación e implementación de políticas de autocontrol; realizar controles de los bienes, servicios y obras que se requieran en las dependencias; aplicación del Manual de Contratación.	1	2	1	2,0	Retrasos en el cumplimiento de la gestion istitucional por procesos; sobrecostos administrativos por reprocesos.	Cornare	Al inicio de la planeacion del proceso contractual	Con la culminacion de la etapa precontractual de un proceso de contratacion especifico.	En la dependencia que inicia el proceso de contratacion y en la oficina juridica cuando se verifica el cumplimiento de requisistos documentales , etapa precontractual del proceso de contratacion.	Una vez al inicio de cada proceso de contratacion.
2	Específica	Interno	Planeación	Financieros	No cumplimiento de lo establecido en el Plan de Compras.	Incremento en los Costos operativos por la inadecuada ejecución en el Plan de Compras	Perturba la ejecución del contrato de manera grave imposibilitando la consecución del objeto contractual	Los sobre costos no representan más del 1% del valor del contrato	Raro	1	5	1	4,0	Entidad	Consultar el Plan de Adquisicione y aplicar procedimientos	1	4	1	3,0	Violacion a las normas y reglamentos que rigen el Plan Anual de Adquisiciones y la ejecucion del presupuesto	Cornare	Al inicio de la planeacion del proceso contractual	Con la culminacion de la etapa precontractual de un proceso de contratacion especifico.	Reporte oportuno de necesidades de bienes y servicios par su inclusion en el Plan Anaual de Adquisiciones.	Una vez al inicio de cada proceso de contratacion.
3	Específica	Interno	Contratación	Regulatorios	Incumplimiento de las normas que regulan la contratación	Investigaciones disciplinarias, penales, fiscales para los servidores públicos de la Corporación ; demandas para la Corporación; deterioro de la imagen de la Corporación; incumplimiento de la misión Institucional.	Perturba la ejecución del contrato de manera grave imposibilitando la consecución del objeto contractual	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del contrato	Raro	1	5	2	4,5	Entidad	Manual de contratación; Modelo estudios previos en su numeral 6 establece la tipificación; solicitar acompañamiento de los abogados del area contratación de la Oficina jurídica. Plan Institucional de capacitación; Capacitación en riesgos en la contratación para los abogados y tècnicos formuladores de los estudios previos, con el fin de mejorar los criterios para su identificación en la formulación de los estudios previos. Plan Estratégico institucional y su Plan de Acción del proceso Gestión jurídica, Plan Anticorrupcion y Atencion al Ciudadano.	1	4	1	3,5	Investigaciones disciplinarias, penales, fiscales para los servidores públicos de la Corporación ; demandas para la Corporación; deterioro de la imagen de la Corporación; incumplimiento de la misión Institucional.	Cornare	Al inicio de la planeacion del proceso contractual	Con la liquidación del contrato	Ejercicio del autocontrol desde el incicio del proceso de contratacion en la dependencia que identifica la necesidad quien debe adelantar el proceso con el acompañamiento de un abogado designado por la Jefe de la Oficina Juridica.	Durante todo el proceso, desde la etapa precontractual hasta la liquidación
4	Específica	Externo	Contratación	Regulatorios	La no suscripción del convenio por parte de la UDEA	Que la corporación no satisfaga la necesidad previamente identificada	Perturba la ejecución del contrato de manera grave imposibilitando la consecución del objeto contractual	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del contrato	Raro	1	5	2	4,5	udea	Constante comunicación con la UDEA desde la etapa precontractual para lograr legalizar el convenio	1	4	1	3,5	Retrasos en el cumplimiento de la gestion istitucional por procesos y sobrecostos administrativos por reprocesos.	Compartida	Al inicio de la etapa contractual	Con el perfeccionamiento o no del contrato.	Ejercicio del autocontrol desde el incicio del proceso de contratacion en la dependencia que identifica la necesidad quien debe adelantar el proceso con el acompañamiento de un abogado designado por la Jefe de la Oficina Juridica y comunicación constante con la UDEA	Durante la etapa precontractual hasta la legalización del convenio
5	Específica	Externo	Contratación	Regulatorios	El Incumplimiento de las Actividades y obligaciones del convenio	Que la UDEA no realice o cumpla a cabalidad con el Objeto	Dificulta la ejecución del contrato de manera baja, aplicando medidas mínimas se puede lograr el objeto contractual	Los sobre costos no representan más del 5% del valor del contrato	Raro	1	5	3	5,0	udea	Identificación oportuna de los retrasos e inconvenientes que se presenten para el cumplimiento de los compromisos y actividades	1	4	2	4,0	Retrasos en el cumplimiento de la gestion istitucional por procesos; sobrecostos administrativos por reprocesos.	Cornare	Al inicio del convenio	Con la culminación del Convenio	Con el seguimiento permanente por parte de la supervisión	Durante toda la ejecución del convenio



G-LIMA

SGI

Sistema De Gestión De Información

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA

ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES Y DEL MODELO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA JURISDICCIÓN DE CORNAREE

FADM-06 Version 07

Fecha de emisión: 11-05-2026

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Ingeniería

Medellín, 14 de octubre de 2026 G-LIMA-P012-2026, Versión 07.

DIRECTOR,

Javier Valencia González

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare

CORNARE

El Santuario, Antioquia

OFERTA TÉCNICO-ECONÓMICA ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES Y DEL MODELO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA JURISDICCIÓN DE CORNARE

La Universidad de Antioquia es una Institución de Educación Superior pública, creada por ley LXXI del 4 de diciembre de 1.878 del Estado Soberano de Antioquia, organizada como Ente Universitario Autónomo de conformidad con los artículos 69 y 113 constitucionales, con régimen especial, vinculada al Ministerio de Educación Nacional en lo atinente a las políticas y a la planeación del sector educativo y al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; goza de personería jurídica, autonomía académica, administrativa, financiera y presupuestal y gobierno, rentas y patrimonio propio e independiente, se rige por la Constitución Política, la ley 30 de 1992, las demás disposiciones que le sean aplicables de acuerdo con su régimen especial y las normas dictadas en ejercicio de su autonomía. La Universidad de Antioquia fue acreditada mediante resolución 2087 del 2003, y reacreditada mediante resolución 16516 del 14 de diciembre de 2012 del Ministerio de Educación Nacional.

La Universidad de Antioquia para la prestación del servicio público de educación, y el cumplimiento de sus fines misionales de docencia, extensión e investigación, lo hace a través de programas y proyectos, también hace tangibles los objetivos de la extensión de transferir y aportar a la apropiación social del conocimiento, y contribuir así a la promoción del desarrollo regional y mejorar la calidad de vida de la población tal como reza en sus acuerdos y estatutos.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

La Universidad de Antioquia, ha venido trabajando en las últimas décadas en temas relacionados con la calidad del agua, calidad del aire y gestión de los residuos como la principal problemática ambiental identificada a nivel local, nacional y global. El Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental (G-LIMA) reconocido con código del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: COL0211911, conformado por un grupo de profesores vinculados a la Universidad de Antioquia y con amplia experiencia en la comunidad científica, tiene como objetivo realizar desde la ingeniería y las ciencias ambientales –apoyados en la docencia – investigación y extensión en el área ambiental que responda a las necesidades de la gestión ambiental global, regional y local. Dentro del grupo se cuenta con 4 líneas de investigación enfocadas en el monitoreo y gestión ambiental. Éstas son: Calidad del Agua, Calidad del Aire, Gestión de Residuos y Gestión de la contaminación acústica.

Los y las integrantes del grupo G-LIMA tienen amplia experiencia en la formulación, desarrollo y administración de proyectos de investigación y extensión relacionados con evaluación y gestión de la calidad del aire, calidad del agua, gestión de residuos y contaminación acústica para autoridades ambientales como CORANTIOQUIA, CORNARE y AMVA, entidades gubernamentales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Gobernación de Antioquia, Gobernación de Caldas, alcaldía de Girardota, alcaldía de Medellín, alcaldía de Marinilla, Aguas de Córdoba SA ESP y entidades privadas como Operadora de Aeropuertos Centro Norte – AIRPLAN S.A, entre otras.

El grupo cuenta con un laboratorio acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM- en las matrices agua, calidad del aire, ruido y biota. Cuenta con más de dieciocho años de experiencia en la formulación y desarrollo de proyectos relacionados con calidad del agua con entidades públicas como la Gobernación de Antioquia, Gobernación de Caldas, Aguas de Córdoba SA ESP, Alcaldía de Medellín, Corantioquia, Cornare, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y entidades privadas como Red Eagle Mining de Colombia SAS, Anglo Gold Ashanti Colombia y otros. Dentro de los proyectos desarrollados, formulados y ejecutados por el Grupo G-LIMA y relacionados con el objeto de la presente propuesta, se encuentran:

- Operación y mantenimiento de la red de calidad del Aire de Corantioquia.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

- Operación y mantenimiento de la red de calidad del Aire de CORNARE.
- Programa Integral Red Agua-Aire Piragua II, III, IV y V.
- Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad Plan Departamental de Agua de Antioquia (PDA).
- Reglamentación de los cuerpos de agua Mulaticos, Pozo Hondo, Santa Inés y La Culebra, en el marco de implementación de los PORH de los ríos Mulatos, Tarazá, San Andrés e Ité.
- Reglamentación de los cuerpos de agua La Clara y Las Juntas - CORANTIOQUIA
- Optimización de la red de distribución existente del sistema de acueducto del casco urbano del corregimiento providencia del municipio de San Roque, Antioquia.
- Seguimiento a la implementación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.
- Diseño, formulación y operación del Sistema de Alerta y Monitoreo de Antioquia SAMA y el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres de Antioquia. Fase I, Fase II, Fase III y Fase IV.
- Puesta en marcha y operación del sistema de alerta y monitoreo en jurisdicción de CORNARE para el fortalecimiento del riesgo de desastres y el conocimiento de la calidad del aire.
- Desarrollar una metodología para generar curvas de intensidad-duración-frecuencia con señal de cambio climático para la administración del recurso hídrico en la jurisdicción de CORNARE



DAVID AGUIAR GIL
Coordinador Laboratorio Grupo G-LIMA
Profesor de la Escuela Ambiental
Universidad de Antioquia

Elaboró: David Aguiar Gil
Grupo GLIMA Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7
2. OBJETO 7
3. ZONA DE ESTUDIO 8
4. ALCANCE DE LA PROPUESTA 9
4.1. ALCANCE 1. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS PUNTUALES INDUSTRIALES, DE ÁREA, DISPERSAS, DIFUSAS Y GEI, AÑO BASE 2025, CORNARE. 9
4.1.1. Fuentes de información.....10
4.1.2. Etapas de elaboración.....11
4.2. ALCANCE 2. ESTIMACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES (IVE) Y MODELO DE DISPERSIÓN FOTOQUÍMICO (WRF-CHEM) 12
4.2.1. Inventario de Emisiones Vehiculares con modelación en IVE.....12
4.2.2. Modelo de dispersión fotoquímico WRF-Chem..... 12
4.2.3. Etapas de ejecución – Emisiones vehiculares (IVE)..... 13
4.2.4. Etapas de ejecución – Modelo de dispersión WRF-Chem..... 13
4.3. ALCANCE 3. COMPONENTE COMUNICACIONAL 14
5. ACTIVIDADES, PRODUCTOS Y CRONOGRAMA 14
5.1. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 17
6. DURACIÓN DE PROYECTO 17
7. PERSONAL 18
8. VALOR Y FORMA DE PAGO 21
9. COMPROMISO DE LAS PARTES 25
9.1. EL GRUPO G-LIMA SE COMPROMETE A 25
9.2. LA ENTIDAD SE COMPROMETE A 26
10. VIGENCIA DE LA PROPUESTA 26
11. ASPECTOS GENERALES 26

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y productos – Alcance 1 (Inventario Fuentes Fijas).....14

Tabla 2. Actividades y productos – Alcance 2 (IVE + WRF-Chem).....15

Tabla 3. Actividades y productos – Alcance 3 (componente comunicacional).....17

Tabla 4 Perfiles profesionales – Alcance 1 (Inventario Fuentes Fijas).....19

Tabla 5. Perfiles profesionales – Alcance 2 Modelación (IVE + WRF-Chem) 20

Tabla 6 contrapartida por parte de la Universidad de Antioquia.....24

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

1. INTRODUCCIÓN

La Corporación Regional Autónoma de las cuencas de los Ríos Negro y NARE – CORNARE, como autoridad ambiental, está encargada de administrar, proteger y conservar los recursos naturales renovables y el medio ambiente, y de promover el desarrollo sostenible dentro de su jurisdicción.

En este contexto, la gestión de la calidad del aire constituye uno de los ejes estratégicos de la actuación ambiental regional. La elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas —tanto de fuentes fijas como de fuentes móviles— y la modelación de la dispersión y transformación química de contaminantes mediante herramientas como WRF-Chem, son insumos fundamentales para el diseño de políticas de control, la evaluación del cumplimiento normativo y la planificación del ordenamiento ambiental territorial.

El Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental (G-LIMA) de la Universidad de Antioquia, con reconocida trayectoria en proyectos de calidad del aire, calidad del agua y gestión ambiental con autoridades como CORNARE, CORANTIOQUIA y el AMVA, presenta la siguiente oferta técnico-económica que integra dos componentes complementarios: (1) la elaboración del inventario de emisiones de fuentes fijas para el año base 2025, y (2) la estimación de emisiones vehiculares mediante el modelo IVE y la modelación de calidad del aire con WRF-Chem (CBMZ-MOSAIC 4-bin) en dominios de alta resolución sobre el Valle de San Nicolás y La Calera.

2. OBJETO

Elaboración del inventario de emisiones atmosféricas para el año base 2025 y actualización del modelo de dispersión mediante WRF-Chem con mecanismo CBMZ-MOSAIC 4-bin en la jurisdicción de CORNARE, Oriente Antioqueño.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

3. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio general comprende la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE), la cual abarca 26 municipios ubicados en la subregión del Oriente Antioqueño, Colombia. Esta región se caracteriza por presentar una topografía andina compleja, con una combinación de valles, cañones y altiplanos que generan dinámicas meteorológicas locales particulares (como regímenes de vientos de valle-montaña e inversiones térmicas), las cuales influyen de manera directa en el transporte, la transformación química y la dispersión de los contaminantes atmosféricos.

Para el componente de modelación de calidad del aire mediante el modelo fotoquímico acoplado WRF-Chem, se configurarán dominios anidados que permitan escalar desde fenómenos meteorológicos sinópticos hasta dinámicas locales. Los dominios de más alta resolución espacial (grillas de 1 km x 1 km) se concentrarán estratégicamente en dos zonas de especial interés ambiental, dadas sus presiones antrópicas y vulnerabilidad:

- **El Valle de San Nicolás (Altiplano del Oriente):** Constituye el núcleo de mayor crecimiento demográfico, urbanístico e industrial de la región (involucrando municipios como Rionegro, Marinilla, Guarne, El Carmen de Viboral, La Ceja y El Retiro). Esta zona concentra corredores viales de alta circulación, el Aeropuerto Internacional José María Córdova y un denso clúster de fuentes fijas industriales, agroindustriales y comerciales, siendo un área crítica para la evaluación de material particulado (PM10 y PM2.5) y precursores de ozono.

- **Sector La Calera y áreas de influencia:** Zonas específicas que, por su configuración topográfica o concentración de actividades extractivas y productivas, requieren un análisis de alta resolución para evaluar la huella espacial de las plumas de dispersión y su impacto en receptores sensibles.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Por su parte, para el desarrollo del **Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas, de área, dispersas, difusas y GEI**, el alcance espacial considerará la totalidad del territorio bajo la jurisdicción de CORNARE. La consolidación final y la cantidad de municipios incluidos en los resultados dependerán directamente de la vocación económica de cada localidad y de la disponibilidad de información técnica (informes isocinéticos, expedientes, licencias y permisos de emisión) reposada en los archivos de la Corporación para el año base 2025. Se pondrá especial rigor en identificar clústeres manufactureros, zonas de explotación minera (fuentes difusas) y operaciones agroindustriales a lo largo de la región.

4. ALCANCE DE LA PROPUESTA

La presente propuesta se estructura en dos alcances complementarios, ejecutados de manera articulada por el Grupo G-LIMA de la Universidad de Antioquia en coordinación con CORNARE:

4.1. Alcance 1. Inventario de emisiones de fuentes fijas puntuales industriales, de área, dispersas, difusas y GEI, año base 2025, CORNARE.

Este alcance comprende la elaboración del inventario de emisiones de fuentes fijas para los territorios bajo la jurisdicción de CORNARE, con el año base 2025. Los elementos cubiertos son:

- Adquisición y filtrado de bases de datos empresariales para identificar posibles fuentes no previamente identificadas.
- Recopilación de emisiones contenidas en informes isocinéticos y expedientes de la Corporación relativos a fuentes y empresas bajo su jurisdicción.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

- Elaboración de base de datos con factores de emisión de la US-EPA, EEA e IPCC aplicables a las fuentes identificadas. Desarrollo de escenarios de emisiones para el año base 2025 con las dos bases de datos y definición de criterios de selección por fuente.
- Elaboración de informe con el inventario de emisiones para el año base 2025, incluyendo análisis por tipo de combustible, tipo de fuente, sector económico, contaminante y variaciones respecto al inventario del año base 2022.
- Desarrollo de tablero en Power BI para gestión, revisión y actualización futura del inventario.

El inventario cubrirá los siguientes tipos de emisiones:

- Emisiones de fuentes fijas puntuales.
- Emisiones de fuentes fijas dispersas o difusas asociadas a la explotación de minerales y material de construcción a cielo abierto.
- Emisiones de fuentes fijas de área asociadas a estaciones de servicio, tanques de almacenamiento de combustibles y emisiones evaporativas industriales.
- Emisiones de GEI asociadas a disposición y tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales.
- Emisiones de GEI de actividades AFOLU (agricultura, forestería y otros usos del suelo).

La metodología es híbrida: uso de mediciones directas (informes isocinéticos, representatividad media-alta) y factores de emisión, conforme al Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas (MAVDT, 2010) y la Guía para la Elaboración de Inventarios de Emisiones Atmosféricas (MADS, 2017).

4.1.1. Fuentes de información

- Expedientes y licencias ambientales de la Corporación.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

- Informes isocinéticos y de gases de fuentes fijas puntuales.
- Bases de datos de cámaras de comercio (CONFECÁMARAS) y encuestas manufactureras del DANE.
- Geoportales y sistemas de gestión de datos nacionales (Colombia en Mapas, SICOM, DHIME).
- Reportes de secretarías/subsecretarías de hacienda, planeación, desarrollo económico y/o agricultura.
- Sistema de Información de la Cadena de Distribución de Combustibles (SICOM) y portal DATOS ABIERTOS COLOMBIA.

4.1.2. Etapas de elaboración

La elaboración del inventario consta de tres etapas principales:

Etapa 1 – **Consolidación de información:** Recopilación de datos por tipo de fuente (puntuales, difusas, de área, PTAR, AFOLU), identificación de empresas no cubiertas mediante CONFECÁMARAS, imágenes satelitales y solicitudes directas.

Etapa 2 – **Revisión, filtrado y organización:** Verificación de ausencia de información, organización en base de datos como insumo para el informe y el tablero de Power BI.

Etapa 3 – **Elaboración del inventario:** Cuantificación de emisiones criterio (PM, CO, NOx, SO_2, VOC, PM10, PM2.5) y GEI a partir de mediciones directas y factores de emisión (US-EPA, EEA, IPCC). El inventario incluirá densidad de subsectores económicos, densidad de tipos de fuente, generación de emisiones por subsector/fuente/municipio, matriz de energía y comparación con factores de emisión de referencia.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

4.2. Alcance 2. Estimación de Emisiones Vehiculares (IVE) y Modelo de dispersión fotoquímico (WRF-Chem)

Este alcance comprende dos fases técnicas interrelacionadas:

4.2.1. Inventario de Emisiones Vehiculares con modelación en IVE

Recopilación y análisis de información secundaria de flotas y tráficos vehiculares.

- Caracterización de la flota vehicular por tecnología, combustible y año modelo (u otros atributos según modelo IVE).
- Ejecución del modelo IVE para contaminantes criterio: CO, NOx, $PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, COV.
- Generación de grillas de emisión espacializadas en formato netCDF, compatibles con WRF-Chem (9 km, 3 km y 1 km).
- Informe técnico con análisis de resultados e incertidumbre.

4.2.2. Modelo de dispersión fotoquímico WRF-Chem

El sistema contempla cuatro dominios anidados, ejecutados en dos simulaciones independientes y simultáneas:

- Simulación A (Máquina 1): D01 (~9 km) + D02 (~3 km, CORNARE) + D03 (~1 km, Valle de San Nicolás).
- Simulación B (Máquina 2): D01 (~9 km) + D02 (~3 km) + D04 (~1 km, La Calera).

El mecanismo químico es CBMZ (Carbon Bond Mechanism Z) con módulo de aerosoles MOSAIC 4-bin (sectional). Esta configuración permite resolver la formación de $PM_{2.5}$ secundario (sulfato, nitrato, amonio y aerosol orgánico secundario) mediante termodinámica detallada por bin (MESA), química en fase acuosa y partición gas-partícula resuelta para cada sección de tamaño.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

4.2.3. Etapas de ejecución – Emisiones vehiculares (IVE)

Etapa 1 – Información y parametrización : Recopilación de datos (INVIAS, concesiones, planes de movilidad, CDA's). Parametrización IVE: flota RUNT, VSP bins, meteorología local, factores de arranque.

Etapa 2 – Ejecución y espacialización: Ejecución IVE por corredor y categoría vehicular. Generación de grillas netCDF para WRF-Chem a 9/3/1 km.

Etapa 3 – Análisis y entrega : Informe técnico del Ítem 1 con resultados, incertidumbre y bases de datos.

4.2.4. Etapas de ejecución – Modelo de dispersión WRF-Chem

Etapa 1 – Setup computacional y configuración: Ensamble y configuración de dos estaciones de trabajo (2× AMD Threadripper PRO 7985WX, 64 cores c/u, 256 GB DDR5 ECC c/u). Instalación Ubuntu, compilación de dependencias (OpenMPI, HDF5, netCDF, PnetCDF) y WRF-Chem v4.x con CBMZ-MOSAIC. Configuración de dominios, descarga ERA5, corridas de prueba y spin-up.

Etapa 2 – Preproceso de emisiones: Integración de fuentes fijas (CORNARE), de área (CORNARE) y móviles (Ítem 1) en archivos wrfchemi. Especiación química CBMZ y perfiles temporales.

Etapa 3 – Corridas WRF-Chem: Ejecución simultánea de Simulación A y B, cada una con 64 cores y CBMZ-MOSAIC 4-bin. Período: 1 año (8.760 h). Reinicio mensual. Velocidad estimada: ~3× tiempo real por máquina.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Etapa 4 – Validación: Validación meteorológica (T, viento, precipitación) y de concentraciones ($PM_{2.5}$, O_3, NO_2) contra estaciones IDEAM/CORNARE. Estadísticos: MB, RMSE, IOA, r (Emery et al., 2017).

Etapa 5 – Análisis e informe final : Mapas de concentración anual y por períodos. Análisis detallado de $PM_{2.5}$ secundario (sulfato, nitrato, amonio, SOA). Zonas críticas Res. 2254/2017. Contribución por tipo de fuente. Episodios de alta contaminación.

4.3. Alcance 3. Componente comunicacional

Desarrollo de un plan de comunicaciones que visibilice la gestión del Grupo Aire CORNARE, asociada a la calidad del aire, fuentes móviles, fuentes fijas y ruido; fortalezca el conocimiento ciudadano sobre estos temas y la cultura ambiental en diferentes actores del territorio.

5. ACTIVIDADES, PRODUCTOS Y CRONOGRAMA

La ejecución de la propuesta tendrá una duración total de quince (15) meses, durante los cuales se llevarán a cabo las actividades descritas a continuación. Las actividades a ejecutar y entregables del alcance 3, serán definidos al inicio del convenio en conjunto con el equipo de comunicaciones de CORNARE

Tabla 1. Actividades y productos – Alcance 1 (Inventario Fuentes Fijas)

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
Actividades administrativas, de planeación. Adquisición y preparación de servidores, equipos de cómputo y software		1	3

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
Adquisición y filtrado de bases de datos empresariales Se hará uso de las bases de datos de CONFECÁMARAS para identificar las empresas del sector industrial y agroindustrial que estén registradas en los municipios bajo jurisdicción de CORNARE, siendo el código CIIU de los sectores mencionados, el criterio que define la cantidad de entradas de la base de datos. Esta base de datos se complementará con la última encuesta manufacturera del DANE para tener una aproximación al nivel de consumo de energéticos y tipo de energéticos utilizados en el sector industrial y agroindustrial.	Base de datos de fuentes identificadas	4	6
A través de los canales de acceso a la base de información de la CORPORACIÓN se descargarán los informes isocinéticos y los expedientes de las empresas que cuentan con fuentes de interés. En el caso de la información requerida para los modelos de estimación de emisiones asociadas a tratamiento de residuos sólidos y aguas	Consolidado de información recopilada	4	6

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
residuales, y actividades AFOLU, se validará la información existente en la base de información de la CORPORACIÓN y en segunda instancia mediante solicitud escrita a la secretaría/subsecretaría de ambiente, planeación o agricultura (según aplique) del municipio donde está la fuente de interés.			
Elaboración de base de datos con factores de emisión (US-EPA, EEA, IPCC)	Base de datos de factores de emisión	5	7
Elaboración del inventario de emisiones año base 2025 Emisiones tales como material particulado (PM), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2) y compuestos orgánicos volátiles (VOC) se extraerán directamente de los informes isocinéticos. En el caso de las emisiones de PM y VOC de fuentes fijas dispersas y de área, así como otro tipo de contaminantes asociados a las fuentes fijas tales como el material particulado menor a 10 y 2.5 micras (PM10 y PM2.5, respectivamente), compuestos metálicos, sustancias agotadoras de la capa de ozono, entre otros, serán estimados a partir de	Informe de inventario de emisiones 2025	6	7

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
factores de emisión y la información de producción presentes en los informes isocinéticos y expedientes de la fuente alojado en las bases de información de la CORPORACIÓN. Los factores de emisión a utilizar serán principalmente los asociado a la base de datos de la USA-EPA, la EEA y el IPCC. En caso de que e análisis de tipo de fuente e industrias evidencien poblaciones representativas de fuentes con emisiones que no pueden ser cuantificadas a través de los factores de emisión en las bases d datos mencionadas, se procederá desarrollar una búsqueda bibliográfica para la identificación de posibles fuentes de información que permitan hacer una estimació de dichas de emisiones.			
Desarrollo del tablero en Power BI Contendrá todos los gráficos que se manejan en un inventario de emisiones, con filtros de municipio, subregión, año, tipo de fuente y tipo de industria, y resolución temporal (emisión/h o emisión/año). Dentro de los gráficos a contener se incluirá: • Densidad de subsectores económicos en toda la	Tablero Power BI funcional y socialización	6	8

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
jurisdicción y por municipio. • Densidad de tipo de fuentes en toda la jurisdicción y por municipio. • Generación de emisiones atmosféricas por subsector económico, tipo de fuente y municipio. • Matriz de energía aportada por los combustibles en toda la jurisdicción y en cada municipio. • Generación de emisiones atmosféricas por tipo de combustible. • Historial de emisiones atmosféricas por fuente.			

Tabla 2. Actividades y productos – Alcance 2 (IVE + WRF-Chem)

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
Actividades administrativas, de planeación. Adquisición y preparación de servidores, equipos de cómputo y software		1	3
Recopilación de información secundaria y parametrización IVE La actividad se rige por el IVE Model User's Manual (Versión 2.0, mayo de	Informe avance Ítem 1	3	4

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

2008), desarrollado conjuntamente por el International Sustainable Systems Research Center (ISSRC) y la Universidad de California en Riverside (UCR - CE-CERT). Es un modelo computacional diseñado específicamente para estimar emisiones de fuentes móviles en países en desarrollo, prediciendo contaminantes locales, gases de efecto invernadero y contaminantes tóxicos.

El modelo requiere dos archivos de entrada obligatorios — uno que describe la flota vehicular y otro que describe la actividad vehicular (comportamiento de conducción) para la localidad de interés — y opcionalmente un tercer archivo si se dispone de factores de emisión locales específicos.

Se usa este modelo específicamente, ya que los modelos alternativos fueron desarrollados y calibrados para EE.UU. o Europa, y no representan adecuadamente la heterogeneidad tecnológica del parque automotor de países en desarrollo (motos de baja cilindrada, vehículos de mayor edad, patrones de conducción distintos). El IVE fue diseñado explícitamente para suplir ese vacío y ha sido aplicado y validado en ciudades como Lima, Santiago, São Paulo y México — es decir, en contextos latinoamericanos comparables al de Colombia.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
Ejecución IVE y especialización de emisiones La ejecución del modelo IVE se realiza conforme al manual citado en 2.1, que entrega factores y tasas de emisión por categoría tecnológica; y (2) la espacialización, que es un procedimiento estándar de modelación de calidad del aire (no exclusivo del IVE) mediante el cual las emisiones agregadas se desagregan geográficamente, con base en variables como red vial, aforos vehiculares (conteos de tráfico) y uso del suelo. El IVE entrega emisiones totales o por categoría de vía, pero el modelo de dispersión fotoquímica (WRF-Chem, ver 2.3) requiere las emisiones distribuidas en una grilla (rejilla espacial regular) con resolución horaria. Sin este paso, las emisiones vehiculares no pueden ser asimiladas como insumo del modelo de dispersión. Las grillas NetCDF = Network Common Data Form, son un formato estándar de archivos binarios auto-descriptivos usado universalmente en modelación atmosférica (WRF, WRF-Chem,	Grillas netCDF + Informe final Ítem 1	5	7

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
reanálisis ERA5, etc.) para almacenar datos multidimensionales (tiempo, latitud, longitud, nivel vertical). Es el formato de salida exigido por el propio modelo WRF-Chem, no una elección arbitraria del equipo técnico.			
Setup HPC, configuración WRF-Chem y ERA5 Los lineamientos para esta instalación y configuración están dados por el manual propio del modelo (WRF-Chem User's Guide) , publicación oficial mantenida por NOAA/NCAR (National Oceanic and Atmospheric Administration / National Center for Atmospheric Research), actualmente en su versión 4.4. La guía cubre la descripción general del sistema de modelación WRF-Chem De acuerdo con el manual **HPC** = High Performance Computing (Computación de Alto Rendimiento): infraestructura de cómputo paralelo (clústeres con múltiples nodos/núcleos) necesaria porque WRF-Chem es computacionalmente muy exigente al resolver simultáneamente ecuaciones meteorológicas y de química atmosférica en cada paso de tiempo. **ERA5** = quinta generación de reanálisis	Informe avance WRF-Chem	3	5

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
climático del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), disponible a través del Copernicus Climate Data Store. Se usa como condición inicial y de frontera porque provee campos meteorológicos globales reconstruidos, con resolución temporal horaria — necesaria para inicializar y actualizar las fronteras laterales del dominio WRF-Chem. El dimensionamiento del clúster (número de nodos, núcleos, memoria) depende directamente de la resolución espacial y extensión del dominio, y debe documentarse antes de ejecutar las corridas porque de eso depende el tiempo de cómputo (ver 2.5, donde se justifican las 8.760 horas simuladas repartidas en 2 máquinas).			
Preproceso de emisiones (fuentes fijas, área, móviles) El WRF-Chem exige que las emisiones se entreguen en un formato específico llamado wrfchemi, generado mediante las herramientas de preprocesamiento oficiales documentadas en el repositorio WRF-Chem-Preprocessing-Tools de NCAR/ACOM (Atmospheric Chemistry Observations and Modeling), que incluyen utilidades	Archivos wrfchemi integrados	6	7

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
como anthro_emiss (emisiones antropogénicas), bio_emiss (emisiones biogénicas) y fire_emiss (emisiones por incendios). **Técnicamente el modelo permite** Integrar tres tipos de fuentes en un único set de archivos con resolución horaria y especiación química compatible con el mecanismo elegido (CBMZ, ver 2.5): **Fuentes fijas/puntuales:** industria, chimeneas identificables geográficamente. **Fuentes de área:** emisiones difusas (residencial, comercial, pequeña industria). **Fuentes móviles:** resultado directo de la espacialización del IVE (actividad 2.2). Sin este preproceso, WRF-Chem no tiene forma de "leer" las emisiones — el modelo exige el formato wrfchemi como requisito técnico de arquitectura del software, no como preferencia metodológica del equipo.			

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
Corridas WRF-Chem CBMZ-MOSAIC 4- bin (2 máquinas, 8.760h) La combinación CBMZ-MOSAIC es una de las configuraciones de química (chem_opt) documentadas oficialmente en la WRF-Chem User's Guide, específicamente la opción chem_opt = 9, correspondiente al mecanismo químico CBMZ combinado con el esquema de aerosoles MOSAIC **CBMZ** = Carbon Bond Mechanism version Z: mecanismo químico en fase gaseosa que reduce el número de especies y reacciones sin perder representatividad química, lo que lo hace computacionalmente viable para dominios grandes. **MOSAIC** = Model for Simulating Aerosol Interactions and Chemistry: esquema de aerosoles Simula de forma seccional (por bins/tamaños de partícula) especies como sulfatos, nitratos, amonio, carbono negro (BC) y materia orgánica. **4-bin:** significa que la distribución de tamaños de partícula se representa en 4 categorías o "cajones" de diámetro (existe también la versión de 8 bins, de mayor resolución pero	Resultados preliminares de simulaciones	7	10

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
mayor costo computacional). La elección de 4 bins es una decisión estándar de balance costo-computacional/ precisióm			
Validación meteorológica y de calidad del aire La validación se realizará mediante la comparación estadística entre las salidas del modelo WRF-Chem y los datos observados en superficie, para el mismo periodo simulado (8.760 horas). Para la componente meteorológica, se contrastarán las variables de temperatura a 2 m, humedad relativa, y velocidad y dirección del viento a 10 m contra los registros de estaciones de la red oficial disponible dentro del dominio de estudio (IDEAM/SISAIRE y, de estar disponibles, estaciones de la red CORNARE/AMVA), aplicando las métricas estadísticas estándar reconocidas en la literatura de modelación atmosférica: sesgo medio (Mean Bias - MB), error cuadrático medio (Root Mean Square Error - RMSE) e índice de acuerdo (Index of Agreement - IOA). Los resultados se contrastarán contra los valores de referencia (benchmarks) propuestos por Emery et al. (2001), ampliamente	Informe avance 2 con validación	10	12

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
adoptados para evaluar modelos meteorológicos usados como insumo de modelos de calidad del aire: velocidad del viento (RMSE ≤ 2 m/s; MB ≤ ±0.5 m/s; IOA ≥ 0.6), dirección del viento (error medio ≤ 30° ; MB ≤ ±10°) y temperatura (error medio ≤ 2 K; MB ≤ ±0.5 K; IOA ≥ 0.8), entendidos como guía orientativa y no como criterio único de aceptación o rechazo del modelo. Para la componente de calidad del aire, se comparará la concentración simulada de PM2.5, PM10, O_3, NO_2, SO_2 y CO contra los registros horarios y diarios de las estaciones de monitoreo de calidad del aire disponibles dentro del dominio (SISAIRE), evaluando tanto el ciclo diurno como la magnitud absoluta de las concentraciones mediante las mismas métricas estadísticas (MB, RMSE, correlación), lo que permitirá identificar sesgos sistemáticos del modelo (sobreestimación o subestimación) y evaluar su capacidad de representar tanto los niveles de fondo como los episodios de alta concentración.			
Análisis $PM_{2.5}$ secundario e informe final	Informe final + netCDF + códigos	12	15
El PM2.5 (material particulado con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras) se clasifica en dos categorías según su			

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
origen: PM2.5 primario: emitido directamente a la atmósfera desde la fuente (por ejemplo, hollín de procesos de combustión vehicular o industrial). PM2.5 secundario: no se emite directamente, sino que se forma en la atmósfera a partir de reacciones fotoquímicas de precursores gaseosos — principalmente SO_2 (que forma sulfatos), NO_x (que forma nitratos) y compuestos orgánicos volátiles (que forman aerosol orgánico secundario). El análisis de esta fracción secundaria requiere necesariamente un modelo con química atmosférica acoplada (como WRF-Chem), ya que modelos de dispersión más simples (tipo gaussiano) no tienen capacidad de representar las reacciones químicas que dan origen a estas especies. Por esta razón se seleccionó el esquema MOSAIC (Model for Simulating Aerosol Interactions and Chemistry, Zaveri et al., 2008), que resuelve de forma explícita la partición y formación de sulfatos, nitratos, amonio y materia orgánica secundaria en la fase de aerosol			

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Nota: La escala y detalle de los productos están sujetos a la información disponible en los expedientes de la Corporación y los datos de monitoreo suministrados por CORNARE o IDEAM.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Tabla 3. Actividades y productos – Alcance 3 (componente comunicacional)

ACTIVIDAD	PRODUCTO	MES INICIO	MES FIN
Actividades administrativas y de planeación.		3	3
Formulación y ejecución de un (1) plan de comunicaciones con objetivos, públicos objetivo, acciones, canales, mensajes orientadores, cronograma y mecanismos de seguimiento, en articulación con las prioridades institucionales del Grupo Aire y con previa aprobación del equipo supervisor y de la Oficina Asesora de Comunicaciones de Cornare. El plan deberá contemplar las siguientes acciones: • Producción de hasta doce (12) contenidos informativos y pedagógicos sobre el recurso Aire para las redes sociales de Cornare, con piezas de apoyo gráficas, fotográficas o audiovisuales. • Elaboración de hasta cinco (5) contenidos noticiosos sobre hitos institucionales asociados al recurso Aire, destinados a medios de comunicación, sitio web y demás canales de la entidad. • Gestión de hasta tres (3) espacios radiales en la Emisora Cultural de la Universidad de Antioquia – frecuencia con audiencia en el territorio Cornare, orientados a divulgar resultados de gestión, el portafolio de trámites ambientales asociados al recurso Aire y demás información de interés público. • Acompañamiento comunicacional al Grupo Aire Cornare en hasta tres (3) jornadas ambientales promovidas por la entidad, mediante preparación de mensajes, apoyo a la divulgación, registro de la actividad y generación de insumos comunicacionales, según las necesidades de cada jornada.	3	15

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

- Gestión y acompañamiento comunicacional de la participación de representantes de CORNARE en hasta dos (2) eventos asociados al recurso Aire durante la vigencia del convenio, cuando su participación haya sido previamente aprobada por la entidad.

Las acciones serán propuestas y ejecutados por el equipo operador, previa aprobación del equipo supervisor y de la Oficina Asesora de Comunicaciones de Cornare.

Se entiende por contenido el conjunto de información (textos, audios, piezas gráficas, fotos y videos) que se genera y se comparte en distintos canales de comunicación.

5.1. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Toda la información geográfica generada en el proyecto será entregada de acuerdo con el Modelo de Almacenamiento Geográfico de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA- y los lineamientos establecidos en la resolución 2182 de 2016.

6. DURACIÓN DE PROYECTO

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

El tiempo de ejecución de la propuesta es de quince (15) meses contados a partir del acta de inicio o legalización del convenio con las siguientes particularidades

El Alcance 1 (Inventario de Fuentes Fijas) tendrá una duración de ocho (8) meses contados a partir del acta de inicio o legalización del contrato. Los tres primeros meses serán destinados a las actividades administrativas, de planeación. Adquisición y preparación de servidores, equipos de cómputo y software.

El Alcance 2 (IVE + WRF-Chem) tendrá una duración de quince (15) meses desde la fecha de inicio acordada. Ambos ítems (IVE y WRF-Chem) se ejecutan simultáneamente para optimizar los tiempos de entrega. Los tres primeros meses serán destinados a las actividades administrativas, de planeación. Adquisición y preparación de servidores, equipos de cómputo y software

7. PERSONAL

A continuación, se presenta el personal mínimo requerido para la ejecución de la propuesta y sus respectivos perfiles. Sin embargo, la Universidad, en su condición de autonomía y procurando siempre el cumplimiento estricto de los entregables en las fechas estipuladas en esta propuesta, **podrá cambiar, ajustar, aumentar o disminuir estos perfiles sin afectar la correcta ejecución del proyecto.**

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Tabla 4 Perfiles profesionales – Alcance 1 (Inventario Fuentes Fijas)

CARGO	CANT.	PERFIL / EXPERIENCIA
Director	1	Ing. Sanitario. Maestría en Ingeniería. Con 10 años de dirección de proyectos de calidad del aire.
ALCANCE 1		
CARGO	**CANT.**	**PERFIL / EXPERIENCIA**
Coordinador técnico	1	Ing. ambiental o afines, Maestría. Mínimo. 5 años en proyectos de calidad del aire.
Profesional Especializado (Líder Inventario)	1	Ing. ambiental, sanitaria o afines. Mínimo. 3 años en inventarios de emisiones.
Profesional Universitario (Apoyo SIG/Datos)	1	Ing. ambiental, civil o afín. Mínimo. 1 año en SIG y bases de datos.
Auxiliar de Información	1–2	Técnico o estudiante. Filtrado de bases de datos y revisión de expedientes.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Tabla 5. Perfiles profesionales – Alcance 2 Modelación (IVE + WRF-Chem)

ALCANCE 2		
CARGO	**CANT.**	**ACTIVIDAD ESPECÍFICA**
Coordinador técnico	1	Dirección de actividades técnicas
Profesional Universitario – Apoyo IVE	1	Datos, SIG, bases de datos
Profesional Modelador WRF-Chem – Líder	1	Setup, corridas, validación
Profesional Especializado – Emisiones	1	Inventarios, preproceso wrfchemi
Profesional Universitario – GIS/Postproceso	1	GIS, postproceso, figuras

Nota$_1$: La Universidad de Antioquia analiza las diferentes modalidades de contratación según las características de cada proceso; sin embargo, de manera general, se recurre a la modalidad de contratación por prestación de servicios. Los honorarios que se muestran en la tabla son valores de referencia de contratos de prestación de servicios.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

8. VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total de la propuesta es de **$696.119.585 (SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS MILLONES CIENTO DIECINUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO PESOS).** De los cuales, **$626.507.627 (SEISCIENTOS VEINTISÉIS MILLONES QUINIENTOS SIETE MIL SEISCIENTOS VEINTISIETE PESOS)** corresponden a recursos frescos de CORNARE y **$69.611.959 (SESENTA Y NUEVE MILLONES SEISCIENTOS ONCE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS)** corresponden a recursos en especie aportados por la Universidad de Antioquia.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL [COP]
Costos de infraestructura		
1	Implementación y uso de servidores AWS, equipos de cómputo especializados para modelación, uso de software especializado y licencias requeridas	$215.283.089
Alcance 1 Inventario fuentes fijas		
2	Inventario de emisiones de fuentes fijas puntuales industriales, de área, dispersas, difusas y GEI, año base 2025, CORNARE	$120.974.537
Alcance 2 Inventario de fuentes móviles y modelo de dispersión		
3	Ítem 1 –Inventario de emisiones de fuentes móviles con modelación en IVE	$78.975.000
4	Ítem 2 – Modelo de dispersión fotoquímico WRF-Chem para la jurisdicción de CORNARE	$211.275.000

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Nota$_1$: La Universidad de Antioquia no realiza cobro del Impuesto del Valor Agregado IVA sobre ninguna actividad, Artículo 92 de la Ley 30 de 1992.

Nota$_2$: La Universidad facturará los gastos en que se incurra por causas de incumplimiento por parte de la empresa, costos de determinaciones de laboratorio u otros a que haya lugar, en caso de no estar incluidos en la presente propuesta Técnico-Económica.

Nota$_3$: La oferta contiene todos los costos asociados al personal de ingeniería, auxiliares y el tablero de Power BI. El reporte del inventario se entregará a los cuatro (4) meses de iniciado el contrato; el tablero de Power BI se entregará y socializará al cierre.

Para los recursos frescos provenientes de CORNARE, la forma de desembolso propuesta es la siguiente: Se realizará un primer desembolso equivalente al 50% del valor del convenio, equivalente a un anticipo por **$313.253.813** una vez se firme el acta de inicio del convenio y se aprueben las pólizas respectivas.

Un segundo desembolso del 30% equivalente a **$187.952.288** luego de la entrega del primer informe parcial de avance #1, que incluirá los avances definidos claramente en la **Tabla 1. Actividades y productos – Alcance 1 (Inventario Fuentes Fijas) , Tabla 2. Actividades y productos – Alcance 2 (IVE + WRF-Chem) y Tabla 3. Actividades y productos – Alcance 3 (componente comunicacional)**

Un tercer desembolso del 10% del valor del convenio, correspondiente a **$62.650.762**y con la entrega del segundo informe de avance, que incluirá avances de todos los alcances del proyecto, según lo estipulado en la **Tabla 1. Actividades y productos – Alcance 1 (Inventario Fuentes Fijas) , Tabla 2. Actividades y productos – Alcance 2 (IVE + WRF-Chem) y Tabla 3. Actividades y productos – Alcance 3 (componente comunicacional)**

Un cuarto y último del 10% equivalente a **$62.650.762** con la entrega del informe final de ejecución física del convenio, con los productos completos del objeto contratado, según lo estipulado en la **Tabla 1. Actividades y productos – Alcance 1 (Inventario**

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Fuentes Fijas) , Tabla 2. Actividades y productos – Alcance 2 (IVE + WRF-Chem) y Tabla 3. Actividades y productos – Alcance 3 (componente comunicacional).

La contrapartida de la Universidad de Antioquia se verá representada de la siguiente manera

Complementar las emisiones antropogénicas provenientes del inventario local con la incorporación de emisiones biogénicas y emisiones asociadas a incendios forestales. Incorporar las emisiones provenientes de incendios forestales utilizando el inventario FINN (Fire INventory from NCAR) (Wiedinmyer et al., 2011), ampliamente utilizado en estudios regionales y globales de calidad del aire y transporte de contaminantes. Este inventario permite estimar emisiones derivadas de eventos de quema a partir de información satelital de focos de calor y factores de emisión específicos por tipo de cobertura y biomasa. La inclusión de estas emisiones es fundamental debido a que los incendios forestales y quemas regionales representan una fuente importante y altamente variable de contaminantes atmosféricos, especialmente de PM2.5, carbono negro, monóxido de carbono y compuestos orgánicos reactivos, los cuales pueden afectar significativamente la calidad del aire incluso a grandes distancias del foco de emisión.

Las emisiones provenientes del inventario FINN serán incorporadas dentro de la capa de emisiones superficiales del modelo WRF-Chem, permitiendo representar de manera más adecuada el impacto de episodios regionales de incendios y el transporte de masas de aire contaminadas hacia el área de estudio. De igual manera, la integración conjunta de emisiones antropogénicas, biogénicas y de incendios permitirá evaluar de forma más robusta la contribución relativa de diferentes fuentes de emisión y analizar escenarios atmosféricos complejos asociados a eventos críticos de contaminación.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

con el propósito de fortalecer la representación integral de las fuentes emisoras presentes en el dominio de modelación y mejorar la capacidad predictiva del modelo WRF-Chem.

En el caso de las emisiones biogénicas, se propone utilizar el inventario MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature) (Guenther et al., 2012), herramienta desarrollada para estimar emisiones naturales de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOCs), tales como isopreno, monoterpenos y otros compuestos emitidos por la vegetación. Este sistema opera de manera acoplada y en línea con el modelo químico, permitiendo que las emisiones sean calculadas dinámicamente a partir de variables meteorológicas simuladas por WRF, como temperatura, radiación solar, humedad y características de cobertura vegetal y uso del suelo. La incorporación de estas emisiones resulta especialmente relevante en regiones donde la interacción entre áreas urbanas y ecosistemas naturales puede influir significativamente en la formación secundaria de contaminantes atmosféricos.

La inclusión de estas fuentes adicionales permitirá representar de manera más realista los procesos físicos y químicos que intervienen en la formación, transformación y transporte de contaminantes atmosféricos, especialmente de material particulado y ozono troposférico, contaminantes altamente influenciados por la interacción entre emisiones naturales y antropogénicas. En este sentido, el uso de inventarios dinámicos y acoplados representa una mejora metodológica importante dentro de los procesos de modelación atmosférica, permitiendo desarrollar simulaciones más representativas de las condiciones reales de emisión y de la interacción entre procesos meteorológicos y químicos en la atmósfera.

Tabla 6 contrapartida por parte de la Universidad de Antioquia

Descripción	Valor en especie
Modelación de fuentes biogénicas de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOCs) a partir del inventario MEGAN, y de	$ **69.611.959**

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

Descripción	Valor en especie
emisiones asociadas a incendios forestales a partir del inventario FINN (Fire INventory from NCAR) utilizando el modelo WRF.	
Total	$ **69.611.959**

9. COMPROMISO DE LAS PARTES

La Universidad de Antioquia, a través de la infraestructura administrativa de la dependencia y técnica del Grupo GLIMA, planeará, formulará y desarrollará el proyecto relacionado en esta oferta técnico-económica, basado en métodos de trabajo normalizados, con personal competente y con los recursos tecnológicos e infraestructura necesarios para cumplir los requisitos acordados.

9.1. EL GRUPO G-LIMA SE COMPROMETE A

- Realizar la contratación del personal idóneo, competente y suficiente para dar cumplimiento al objeto conforme a la propuesta presentada.
- Desarrollar las actividades dentro del plazo estipulado según el cronograma de trabajo.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud ocupacional establecidas.
- Guardar confidencialidad de la información que por motivo de la realización del estudio sea de nuestro conocimiento.
- Acreditar el pago mensual de los aportes de sus empleados al sistema de salud, pensión, riesgos laborales (ARL) y parafiscales cuando a ello haya lugar.
- Almacenar la información soporte del estudio por máximo dos años, contados a partir de la entrega del informe técnico.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

9.2. LA ENTIDAD SE COMPROMETE A

- Suministrar la información necesaria para el desarrollo de las actividades (expedientes, informes isocinéticos, datos de las estaciones de monitoreo, inventarios de fuentes fijas y de área).
- Realizar los trámites de formalización para la ejecución de la propuesta que sean requeridos.
- No ejercer presión alguna sobre el personal de G-LIMA para modificar los resultados del estudio.
- Cancelar el valor de esta propuesta según la forma de pago acordada.
- Facilitar los datos de estaciones de monitoreo de CORNARE o gestionar su obtención ante IDEAM para el proceso de validación del modelo WRF-Chem.

10. VIGENCIA DE LA PROPUESTA

La presente propuesta es válida por 90 días calendario.

11. ASPECTOS GENERALES

- Si acepta esta oferta técnico-económica, por favor, informe por escrito vía e-mail.
- **Se deben realizar los pagos en la cuenta de ahorros Bancolombia No. 105-370372-72, a nombre de la Universidad de Antioquia, o en la que se determine en la etapa contractual**. El pago se puede realizar directamente en el banco presentando la factura para su pago con código de barras, puede realizar transferencia electrónica o consignación bancaria en la cuenta indicada. Para cualquiera de los medios utilizados se debe presentar al Grupo GLIMA vía fax o correo electrónico copia legible del correspondiente soporte de pago.
- Si requiere el envío de informes parciales vía correo electrónico, deberá enviar

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

comunicación donde manifieste que acepta los medios electrónicos para el envío de información.

- Las peticiones, quejas, reclamos o sugerencias relativas a la prestación de nuestros servicios pueden ser presentadas a través del correo electrónico grupoglima@udea.edu.co, mediante oficio, de manera verbal o si lo desea puede solicitar el formato de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias para ser diligenciado.
- El Grupo GLIMA, agradece la lectura y análisis que haga de esta propuesta y queda atento a escuchar sus comentarios y decisiones. Escríbanos que con gusto lo atenderemos.
- **Propiedad Intelectual:** la Universidad de Antioquia declara que, respecto del contenido del presente documento, recaen derechos de propiedad intelectual, que dan cumplimiento a la Resolución rectoral 21231 de 2005 - Estatuto de Propiedad Intelectual. En este sentido, su reproducción por cualquier medio y/o utilización con fines no autorizados, será objeto de acciones civiles y sanciones disciplinarias a las que haya lugar. No obstante, se autoriza a Cornare a la publicación en SECOP II con fines contractuales. Es por ello que, en caso de no aceptar la presente propuesta, la misma debe ser destruida y no almacenada. En caso de querer contar con prueba de participación, se debe solicitar un certificado de participación como oferente en el proceso.
- **Costos adicionales:** Todos los impuestos imputables a la prestación del presente servicio serán sumados al total del valor de la propuesta
- **Autonomía:** La Facultad de Ingeniería, actuará con total autonomía técnica y administrativa, en el cumplimiento de sus obligaciones.

Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA
Dirección: Calle 70 Nº 52 -72, Edificio de Extensión, Of 705/708 ▪ **Dirección de correspondencia:** Calle 70 No. 52-21
Teléfono: [57] 604 219 8512 ▪ **Correo electrónico:** grupoglima@udea.edu.co ▪ **Medellín - Colombia**

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

Medellín, 25 mayo de 2026 00112-2026

JUAN FERNANDO ZAPATA MONTOYA
Profesional Especializado Grupo Aire
Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare - CORNARE
El Santuario, Antioquia

Asunto: Certificación de cumplimiento de contrapartida de la Universidad de Antioquia en posible convenio para actualizar el Inventario de Emisiones y Modelo de Dispersión de CORNARE.

Cordial Saludo.

Por medio de la presente, la Universidad de Antioquia informa que, en caso de suscribirse el convenio entre la Universidad de Antioquia y la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE), cuyo objeto será " *Elaboración del inventario de emisiones atmosféricas para el año base 2025 y actualización del modelo de dispersión mediante WRF-Chem con mecanismo CBMZ-MOSAIC 4-bin en la jurisdicción de CORNARE, Oriente Antioqueño", s*e ejecutará como contrapartida la siguiente actividad:

DESCRIPCIÓN	VALOR
Modelación de fuentes biogénicas de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOCs) a partir del inventario MEGAN, y de emisiones asociadas a incendios forestales a partir del inventario FINN (Fire Inventory from NCAR) utilizando el modelo WRF.	$ 69.611.959

Atentamente,

ELKIN LIBARDO RIOS ORTÍZ
Decano Facultad de Ingeniería
Universidad de Antioquia

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

Medellín, 25 mayo de 2026 00112-2026

JUAN FERNANDO ZAPATA MONTOYA
Profesional Especializado Grupo Aire
Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare - CORNARE
El Santuario, Antioquia

Asunto: Certificación de cumplimiento de contrapartida de la Universidad de Antioquia en posible convenio para actualizar el Inventario de Emisiones y Modelo de Dispersión de CORNARE.

Cordial Saludo.

Por medio de la presente, la Universidad de Antioquia informa que, en caso de suscribirse el convenio entre la Universidad de Antioquia y la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE), cuyo objeto será " *Elaboración del inventario de emisiones atmosféricas para el año base 2025 y actualización del modelo de dispersión mediante WRF-Chem con mecanismo CBMZ-MOSAIC 4-bin en la jurisdicción de CORNARE, Oriente Antioqueño", s*e ejecutará como contrapartida la siguiente actividad:

DESCRIPCIÓN	VALOR
Modelación de fuentes biogénicas de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOCs) a partir del inventario MEGAN, y de emisiones asociadas a incendios forestales a partir del inventario FINN (Fire Inventory from NCAR) utilizando el modelo WRF.	$ 69.611.959

Atentamente,

ELKIN LIBARDO RIOS ORTÍZ
Decano Facultad de Ingeniería
Universidad de Antioquia