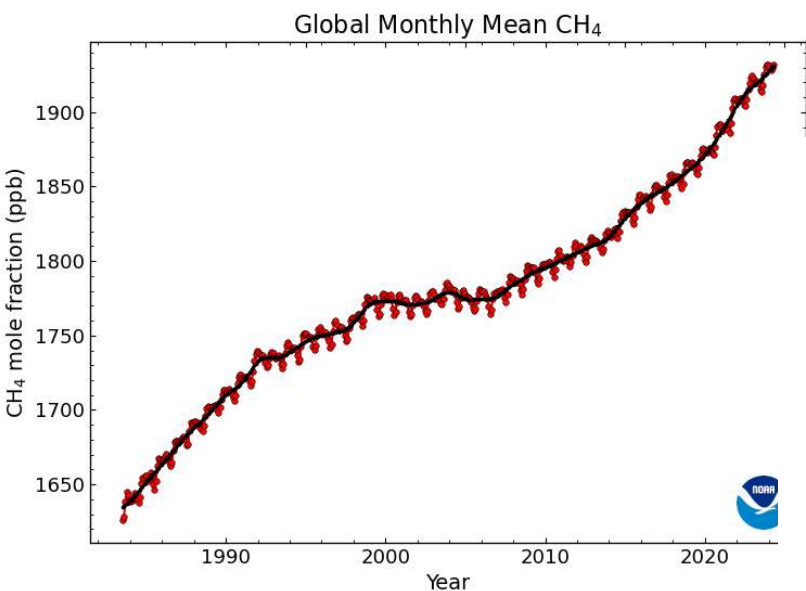


Ciencia, Estado y Operadores: Mapeo de la comunidad involucrada en emisiones de metano, y su medición y mitigación en Colombia

Angela Vargas Burbano, Rodrigo Jiménez, Andres Ardila
Ardila, Luis Alberto Morales



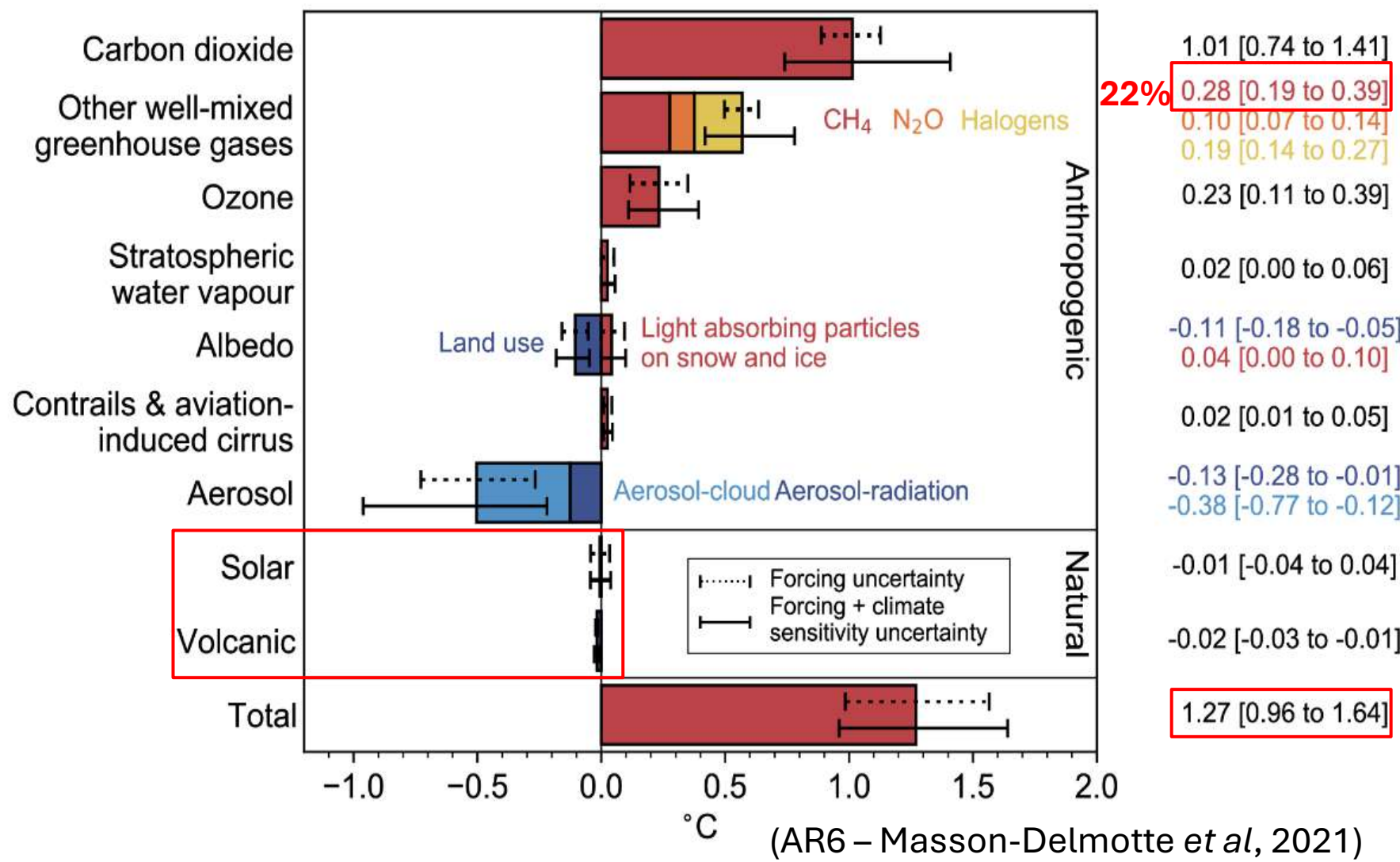
Emisiones y escenarios climáticos – Metano



- Concentraciones metano se triplicaron desde revolución industria
- Pausa 1999-2006
- Siguen creciendo → fuentes > sumideros

Contribución de los agentes de forzamiento radiativo al cambio de temperatura entre de 1750 y 2019

Simulated temperature contributions in 2019 relative to 1750



Potencial de calentamiento – Metano

Table 1. Comparison of forcing (radiative efficiency) and lifetime for some of the major greenhouse gases

Gas	Formula	MW μ_X	Radiative efficiency a_X ($Wm^{-2}ppb^{-1}$)	Lifetime τ_X (years)
Carbon dioxide	CO ₂	44	1.37×10^{-5}	*
Methane	CH ₄	16	3.63×10^{-4}	12.4
Nitrous oxide	N ₂ O	44	3×10^{-3}	121
CFC-11	CCl ₃ F	134	0.26	45
CFC-12	CCl ₂ F ₂	119	0.32	100

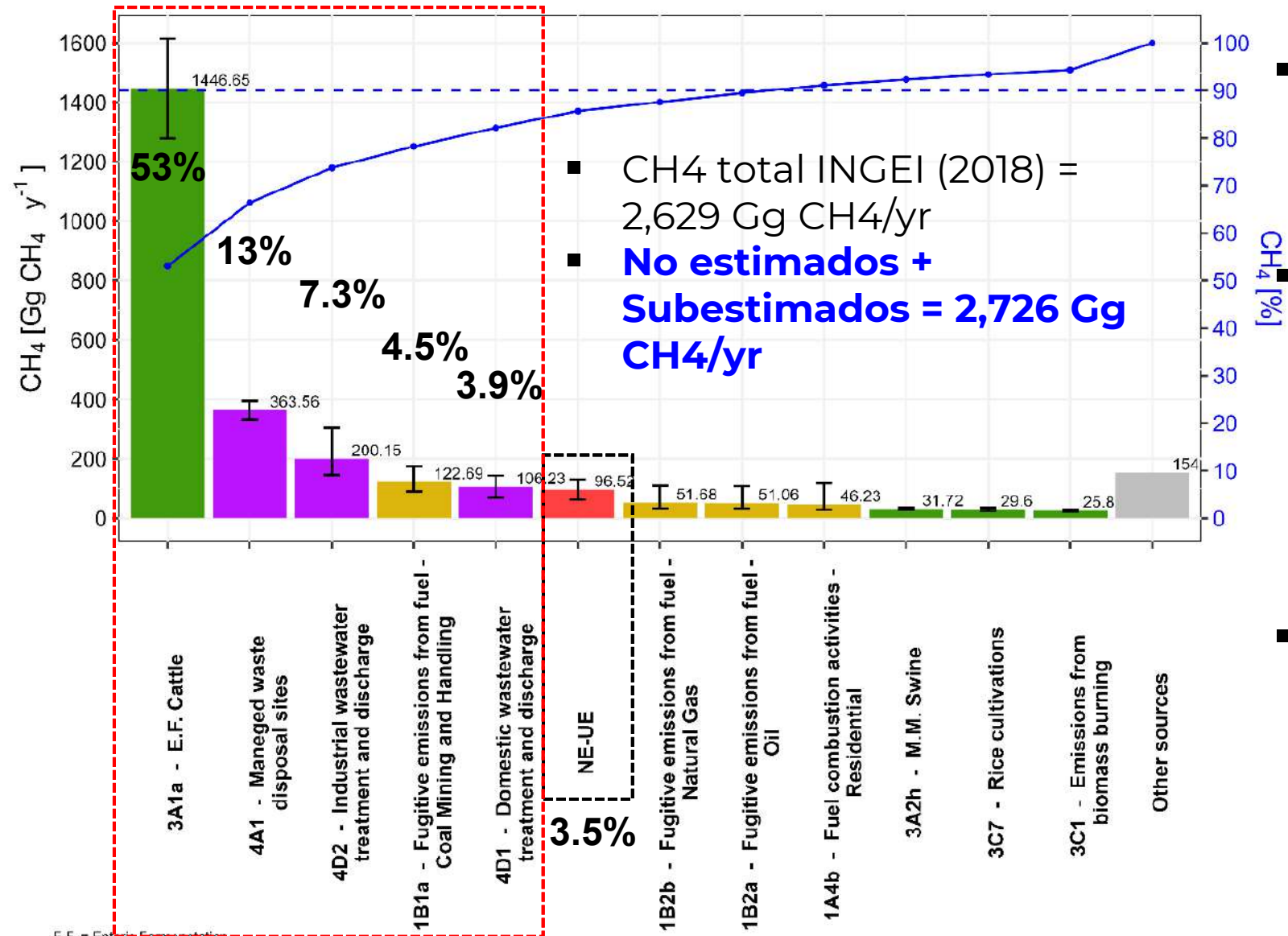
Values from Table 8.A.1 in the fifth IPCC assessment (Myrhe et al., 2013). Based on $F_X = a_X C_X$ or $\Delta F_X = a_X \Delta C_X$ in the cases of CO₂, CH₄, and N₂O.

Potencial de calentamiento global (PCG, *GWP* en inglés) ~ eficiencia radiativa x concentración

CH₄ decae mucho más rápidamente

Horizonte temporal [años]	100	20
PCG [kg CO ₂ e/kg CH ₄]		
Metano no fósil (biometano)	27.2	80.8
Metano fósil	29.8	82.5

Emisiones de CH₄ - Colombia



E.F. = Enteric Fermentation
M.M. = Manure Management

- Colombia presenta una heterogeneidad significativa de fuentes

5 categorías responsables del 90% de las emisiones:

fermentación entérica, rellenos sanitarios, aguas residuales, emisiones fugitivas de combustibles fósiles

- La calidad de los datos sobre emisiones de metano es relativamente baja y se dispone de datos limitados sobre emisiones basados en evidencia empírica

Identificación de actores → Medición y mitigación

1) **Revisión de literatura:**

- Grupos de investigación
- Técnicas de medición
- Hallazgos y vacíos.

2) **Marco normativo:**

- Estructura institucional
- Roles ministeriales y entidades adscritas

3) **Análisis de asociaciones e industrias**

4) **Workshop**

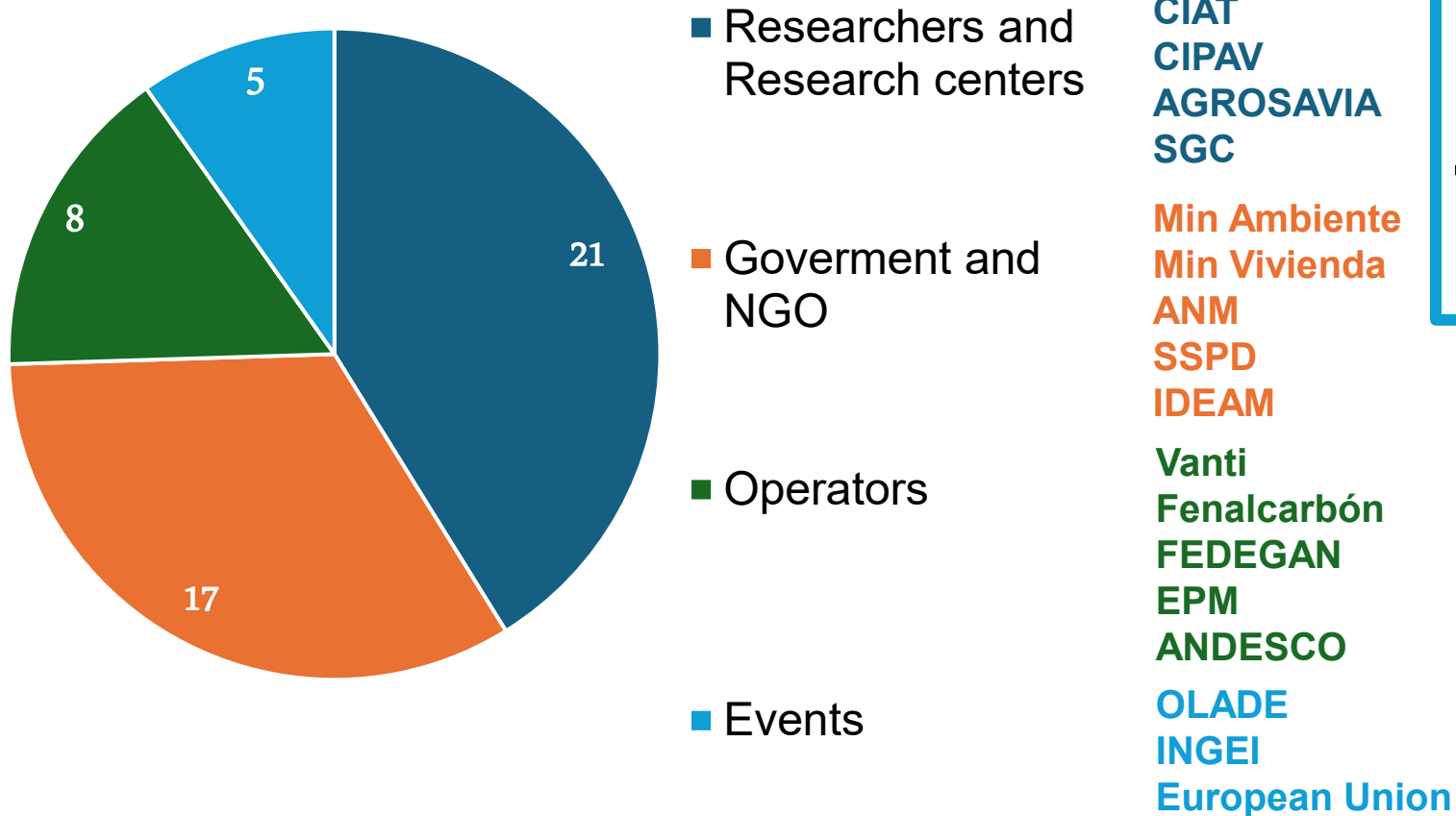
5) **Reuniones:**

- Investigadores
- Operadores y asociaciones
- Representantes gubernamentales



Resultados

51 reuniones



27 Artículos
revisados, 22 indexados
60 tesis, 27 pregrado, 25 master, 8 doctorado
14 literatura gris, 9 reportes, 5 proyectos

3 visitas técnicas en Cali, Bucaramanga y Guachetá

Relleno, PTAR, minas de carbón, centros de investigación

Workshop, con 62 participantes

Resultados: Revisión de literatura

Para explorar el estado del arte y las técnicas de medición.

Fermentación entérica

- Cuantificación mediante factores de emisión (FE) Tier 2 y tecnologías como: Detectores láser, Cámaras de respiración, Trazadores de SF6

Minería de carbón subterránea

- Desarrollo de FE Tier 2 basados en mediciones de desorción de metano

Rellenos sanitarios

- Estimación de emisiones de CH4 y CO2 mediante: Modelos matemáticos, Imágenes satelitales, Mediciones in situ, Pruebas de potencial bioquímico de metano (BMP).

Tratamiento de aguas residuales

- Mediciones de biogás en sistemas anaeróbicos.
- Uso de FE del IPCC, pero limitaciones por falta de datos locales.

Embalses hidroeléctricos

- Mediciones con: Cámaras flotantes, Embudos invertidos, Cromatografía de gases.
- **Reto:** Estudios adicionales sobre impacto de calidad del agua y clima.

Fugas en redes de gas natural

- Poco investigadas en redes residenciales.
- Enfoque actual en detección y reparación en **exploración y explotación** (motivado por seguridad y economía).

Factores de emisión – IPCC vs Nivel 2 Colombia

■ Minería

• Estimación con la metodología IPCC Tier I:

• Factores de emisión según profundidad del yacimiento basados en estudios internacionales.

• Estimaciones para Colombia Tier II:

• Basado en los contenidos medidos en las perforaciones, añadiendo el gas residual y circundante.

Profundidad de la veta	FE para la explotación [m³/ton]	FE para actividades posteriores a la extracción [m³/ton]
Minería Subterránea		
<200 m (baja)	10	0.9
200-400 m (prom)	18	2.5
>400 m (alta)	25	4.0
Minería Superficial		
<25 m (baja)	0.3	0.0
25-50 m (promedio)	1.2	0.1
>50 m (alta)	2.0	0.2

IPCC, 2006

Zona carbonífera o cuenca	Contenido promedio de gas medido -CG- [m³/ton]	Factor de emisión supuesto para los estratos circundantes -FEC- (CG*1.6) [m³/ton]	Gas Residual -GR-(CG*0.3) [m³/ton]	Gas emitido durante la explotación (CG+FEC-GR) [m³/ton]
Cesar	1.27	-	0.38	0.89
La Guajira	1.27	-	0.38	0.89
Cundinamarca	5.66	9.06	1.70	13.03
Boyacá	3.12	4.98	0.93	7.17
Norte de Santander	3.12	4.98	0.93	7.17
Santander	0.57	-	0.17	0.40
Antioquia-Antiguo Caldas	1.27	2.04	0.38	2.93
Valle del Cauca	1.27	2.04	0.38	2.93
Córdoba-Norte de Antioquia	0.85	-	0.25	0.59
Borde Llanero*	0.85	1.36	0.25	1.95
Huila-Tolima*	-	-	-	-
Llanura Amazónica*	-	-	-	-

(Mariño-Martínez *et al*, 2020)

Resultados: Encuentros con actores

Para explorar el progreso actual, las iniciativas y las perspectivas dentro de cada sector.

Cromatografía de gases, FID

Investigadores y centros de investigación

- Experiencia técnica.
- Falta de disponibilidad de equipos de detección de metano.
- Distribución desigual de la experiencia técnica entre los diferentes sectores.

Gobierno y ONG

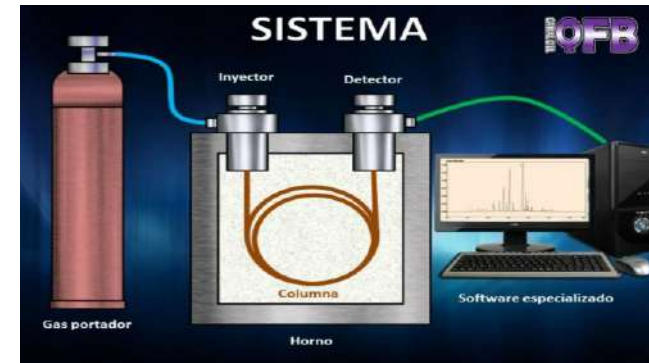
- Interés en mejorar la gobernanza de las emisiones de metano
- Regulaciones y cumplimiento de los compromisos internacionales
- Necesidad de una mayor coordinación entre ministerios

Operadores

- Interés en colaborar en campañas de medición de metano
- Cumplimiento de los acuerdos de confidencialidad

Workshop

- Oportunidades de financiamiento y estrategias de descarbonización
- Mejora de los inventarios de emisiones y fortalecimiento de la capacidad técnica en la región

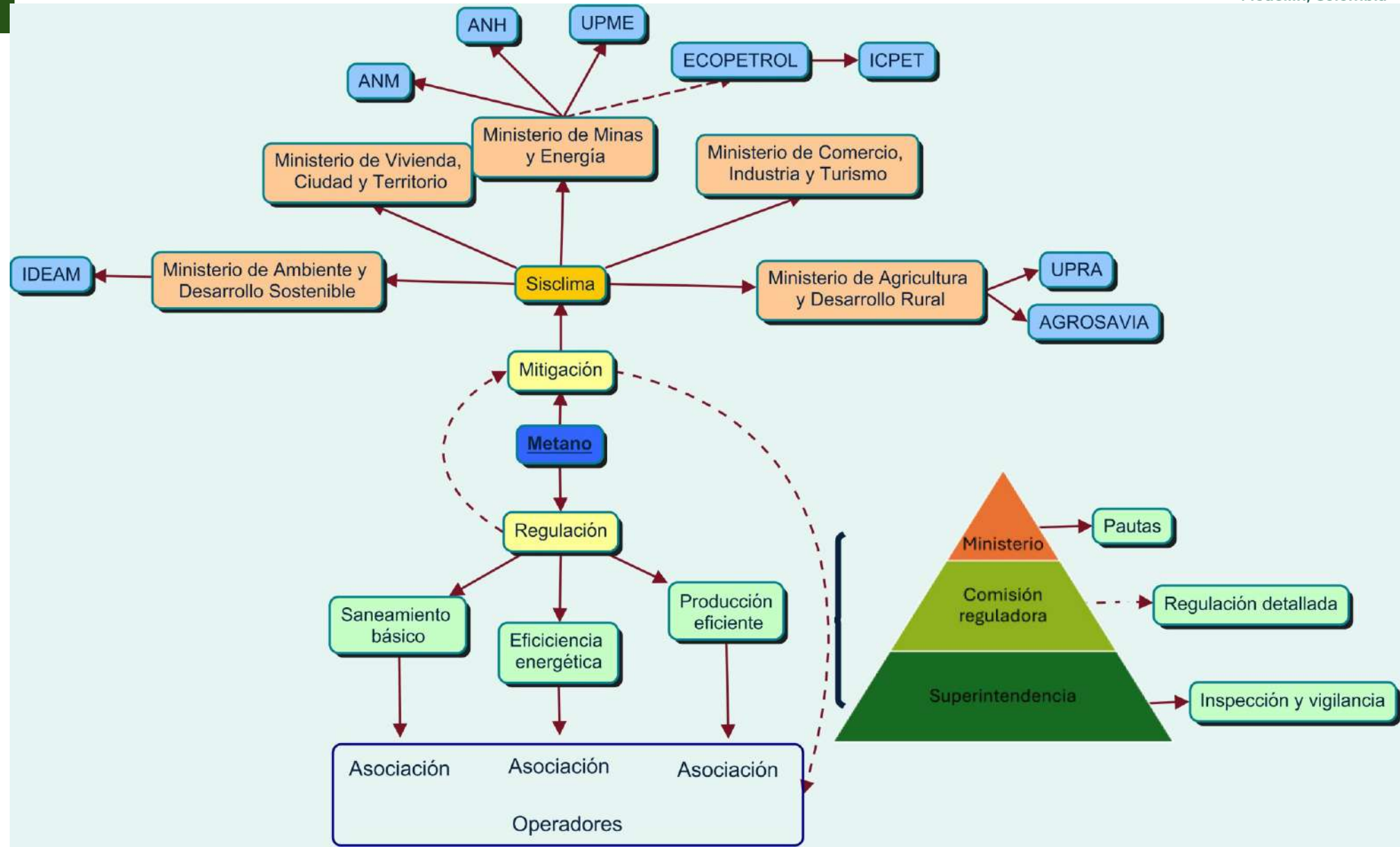


Cámaras, desorción,
Covarianza de remolinos

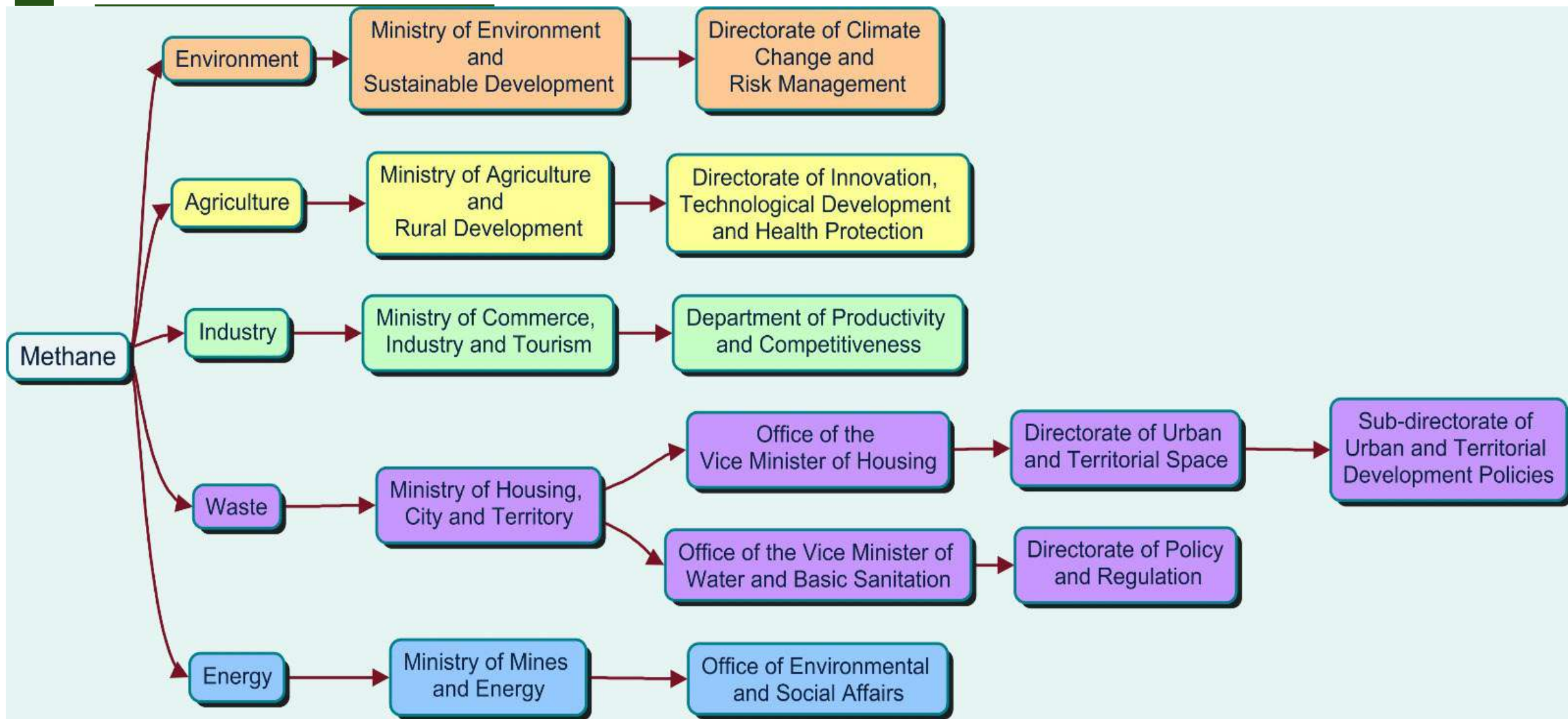


Disponibilidad limitada de
analizadores portátiles y
detectores láser

Resultados: Jerarquía e interacciones entre actores



Resultados: Mapeo de instituciones gubernamentales



Resultados: Mapeo de actores

FUENTE	CIENCIA	ESTADO	OPERADORES
Agricultura	Agrosavia, CIAT, CIPAV	MinAgricultura	FEDEGAN, FEDEARROZ, FEDEPALMA, ASOCAÑA, FENALCE, otros
Minería de carbón subterráneo	Servicio Geológico Colombiano, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia	MinMinas, ANH, ANM, UPME	FENALCARBÓN, FEDECARBOY, FEDECARBÓN
Disposición de residuos sólidos y líquidos	UNAL, Universidad Cooperativa de Colombia, UniValle	MinVivienda, Superservicios, CRA, CARs	ANDESCO
Embalses hidroeléctricos	UNAL, UDEA	MinAmbiente, MinMinas, ANLA, CARs	ACOLGEN
Red de distribución de GN	CDT de gas	MinVivienda, Superservicios, CREG	NATURGAS, ECOPETROL

Bottom-up mitigation → Oportunidades reales de mitigación



>300 antorchas de encendido manual para la eliminación de biogás.
El encendido manual presenta **desafíos operativos y de seguridad.**

Atención de ~**2 millones de habitantes**
Generador de biogás a energía **averiado** →
antorchas funcionando por encima de su
capacidad de diseño → **¡ventilación de biogás!**



Taller Estratégico para el Diseño de la Campaña de Medición de Emisiones de Metano en Colombia, Bogotá, octubre 3 y 4 de 2024.

- La mitigación de las emisiones de metano en Colombia enfrenta importantes **desafíos**. Estos incluyen **barreras regulatorias y tecnológicas, dificultades operativas y logísticas, y deficiencias en la calidad de los datos** y el cumplimiento de las normas de seguridad.
- **Fortalecer** los modelos de emisiones **mediante mediciones precisas**, la realización de estudios y proyectos piloto, y mejorar la **capacitación del personal** son pasos esenciales.
- **La colaboración, la coordinación interinstitucional y la recopilación precisa de datos** son cruciales para superar estos desafíos e implementar estrategias de mitigación eficaces.



Conclusiones

- El mapeo de la comunidad científica en torno a las emisiones de CH₄ **permite identificar las relaciones interinstitucionales entre las entidades del estado, así como las interacciones entre el Estado, academia y operadores**, facilitando la creación de **redes de colaboración** para mejorar la capacidad nacional en medición, monitoreo y mitigación de emisiones. Además, permite **detectar brechas en datos locales, tecnologías y metodologías avanzadas** para mediciones en campo, indicando áreas clave para inversión pública y cooperación internacional.
- Este ejercicio proporciona insumos para **orientar políticas públicas y estrategias de mitigación multisectoriales, basadas en evidencia científica**, adaptadas a las condiciones del país y **alineadas con compromisos climáticos**.
- Comunidad es más grande y el avance en investigación es mucho mayor que lo que inicialmente esperábamos.

Agradecimientos

- Esta investigación ha sido **financiada** en el marco del Observatorio Internacional de Emisiones de Metano (**IMEO**) del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (**PNUMA**) a través del proyecto titulado ***“Design Of A Comprehensive Anthropogenic Methane Emission Observations Strategy For Colombia”***.
- Agradecemos también a la comunidad del metano por su **tiempo, participación y aportes** en el **“Taller diseño de la campaña de medición de emisiones de metano en Colombia”**.



Medellín, Colombia
CASAP X
CONGRESO COLOMBIANO Y
CONFERENCIA INTERNACIONAL
DE CALIDAD DE AIRE, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD PÚBLICA

Angela Vargas., M.Sc.
acvargasb@unal.edu.co

Rodrigo Jiménez Pizarro., Ph.D.
Investigador Principal
rjimenezp@unal.edu.co

Más información



<https://casap.science/>



casap@casap.science

Referencias

- IDEAM. (2022). REPORT ON THE NATIONAL INVENTORY OF GREENHOUSE GAS 1990-2018 AND BLACK CARBON 2010-2018 OF COLOMBIA (In Spanish).
- IPCC. (2006). Chapter 4: FUGITIVE EMISSIONS. 1–78.
- Mariño, J. E., Amaya, L. M., Cely, D. P. G., Botero, A. Á., Mejía, C. A., Rodríguez, A. C., & Amaya, L. M. (2015). Gas asociado al carbón (CBM o GMAC) : geología, contenidos, reservas, minería y posibilidades en Colombia. In Editorial UPTC.
- UPME. (2016). PROPOSAL FOR THE CALCULATION OF THE EMISSION FACTOR OF COLOMBIAN COAL TO ESTIMATE FUGITIVE EMISSIONS FROM COAL EXTRACTION IN COLOMBIA (In Spanish). 1–18.