

ESTRATEGIAS DE MONITOREO PARA LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE METANO EN COLOMBIA: FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES

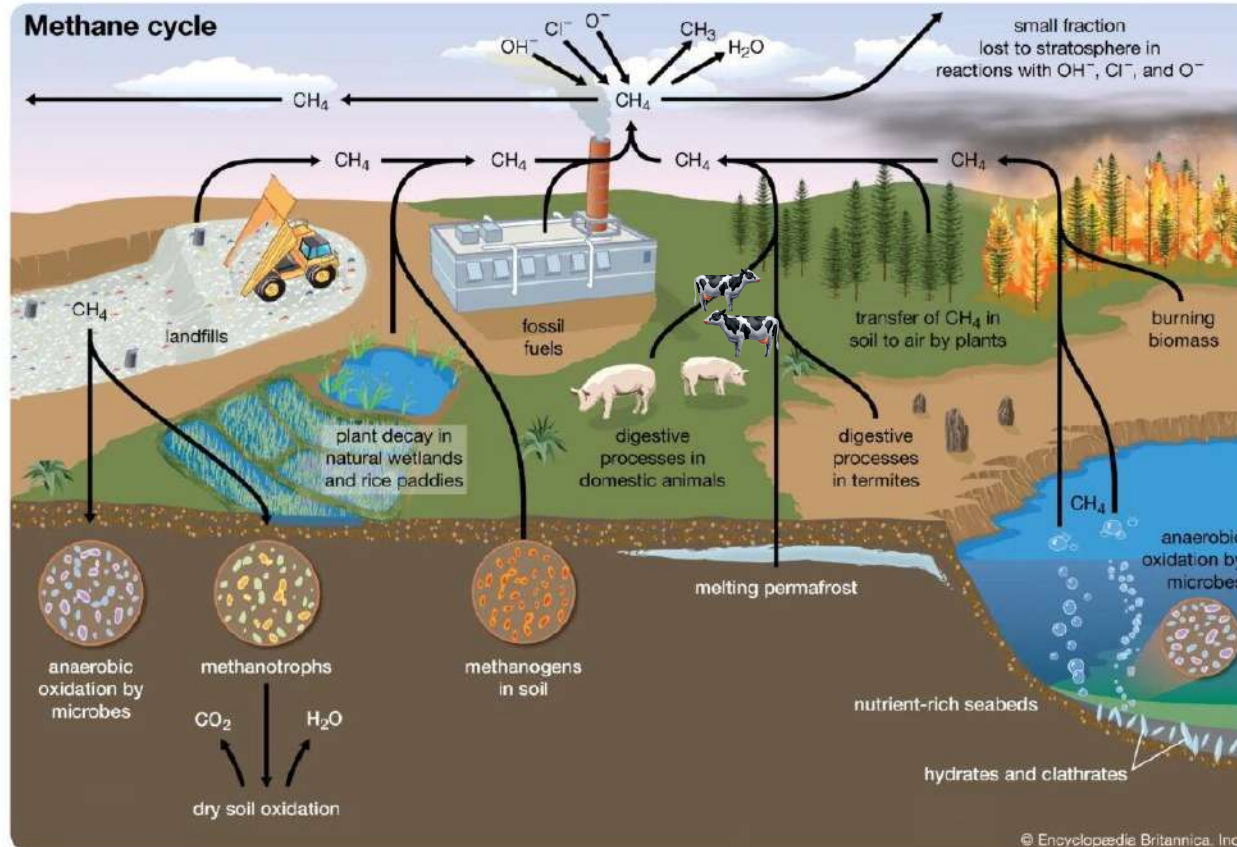
Luis Alberto Morales, Angela Vargas Burbano, Andrés Ardila
Ardila, Rodrigo Jiménez



Haciendo visible lo invisible

7/1/25, 11:10

Methane | Definition, Properties, Uses, & Facts | Britannica



© Encyclopædia Britannica, Inc.

<https://www.britannica.com/science/methane>

1/1

- El metano (CH₄) es 84 veces más potente que el CO₂ (20 años).
- Su reducción genera un **impactos tangibles en el corto plazo**.
- Medirlo es difícil: **Concentraciones bajas (~2 ppm)**, → tecnologías sensibles → costosas.
- Fuentes múltiples y dispersas → difícil atribución. Pueden ser tanto **biogénicas como antropogénicas**.
- Estos desafíos requieren **estrategias de medición integrales y adaptadas al contexto colombiano**.

Lo que no se mide, no se controla. Medir el metano en Colombia es el primer paso para diseñar soluciones eficaces y justas frente al cambio climático

■ ¿Por qué medir metano?

La verdad está en la atmósfera

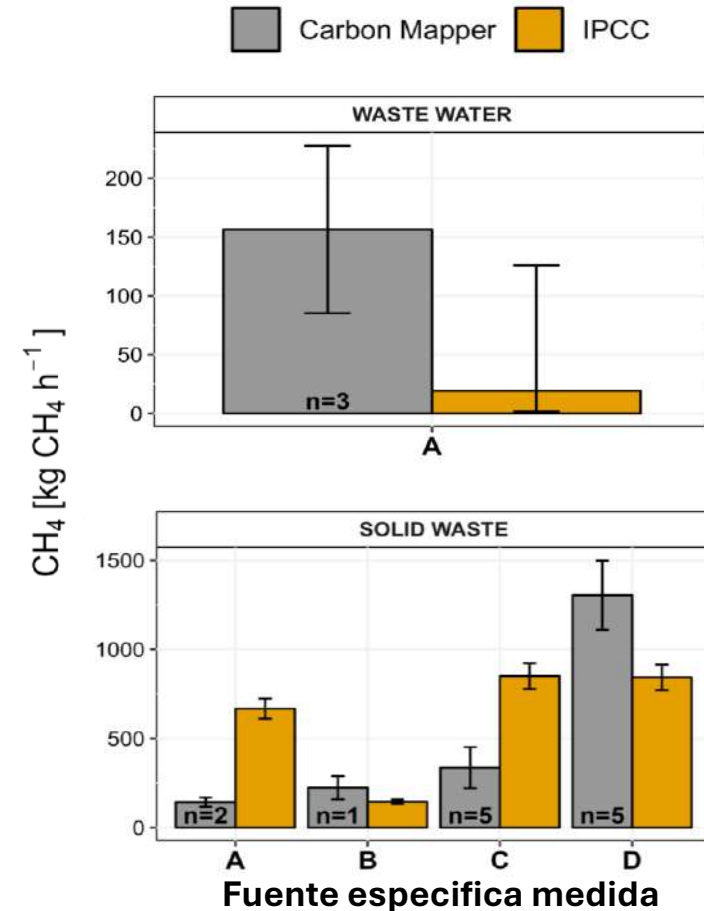


- **Inventarios precisos** son la base para **acciones efectivas**.
- El mercado voluntario de carbono se fundamenta en la **transparencia y trazabilidad**.
- Es la base para construir **inventarios robustos y diseñar políticas públicas eficaces**.
- Los **compromisos climáticos requieren datos** para sistemas de MRV rigurosos, no listas de verificación que asumen beneficios climáticos.

Limitaciones de los inventarios actuales

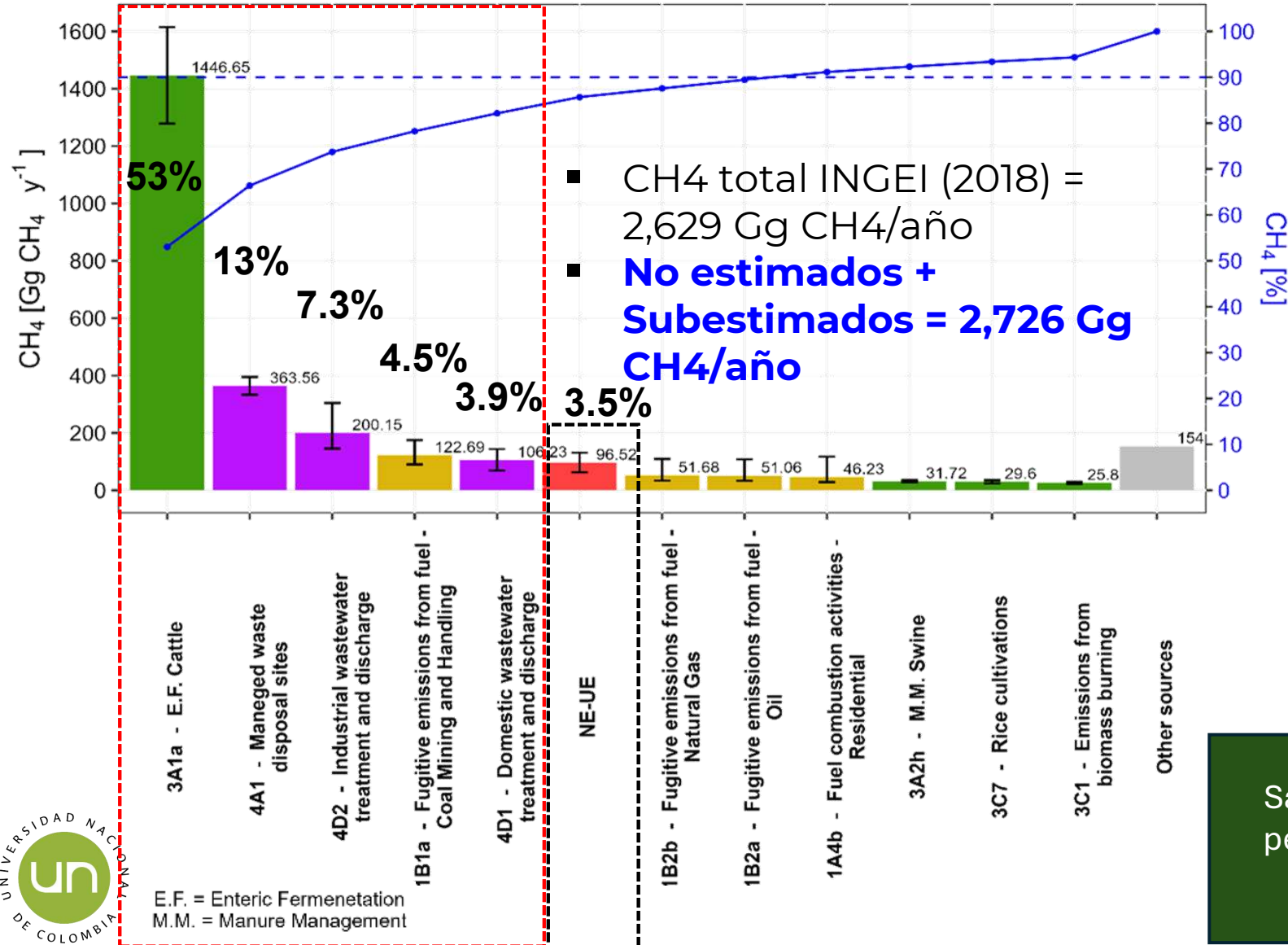
Comparación para fuentes específicas

- Los inventarios basados en factores de emisión genéricos y datos de actividad agregados.
- Es difícil representar la diversidad colombiana.
- La diversidad geográfica y tecnológica nacional requiere ajustes metodológicos basados en las condiciones locales y prácticas específicas sectoriales.
- Sin mediciones → estrategias menos efectivas de lo planificado.



Se han identificado diferencias significativas entre las estimaciones teóricas y las mediciones. En algunos casos se presentan subestimaciones, mientras que en otros se evidencian sobrestimaciones considerables, lo que resalta la necesidad de **validar los inventarios con datos obtenidos en campo**.

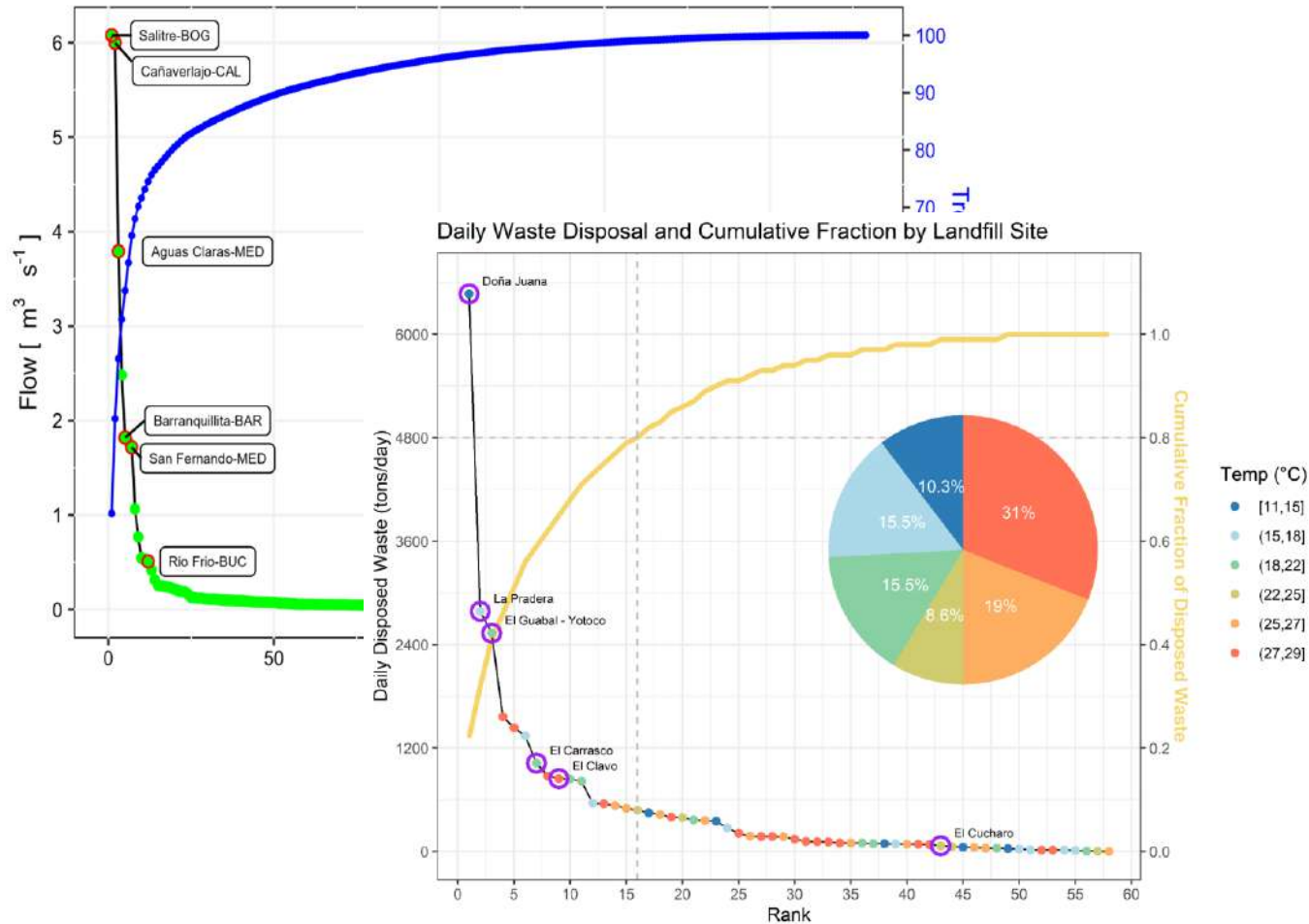
¿Donde están las emisiones? Un análisis Pareto



- **5 categorías → 80% de las emisiones.** Ganadería y residuos (sólidos y líquidos).
- **Fermentación entérica** altas emisiones **bajo potencial de mitigación** efectivo.
- Muchas fuentes pequeñas → gran impacto
- **Rellenos sanitarios** y tratamiento de aguas tienen el mayor impacto potencial

Saber dónde están las emisiones permite direccionar medidas con mayor precisión y efectividad.

Priorización de fuentes

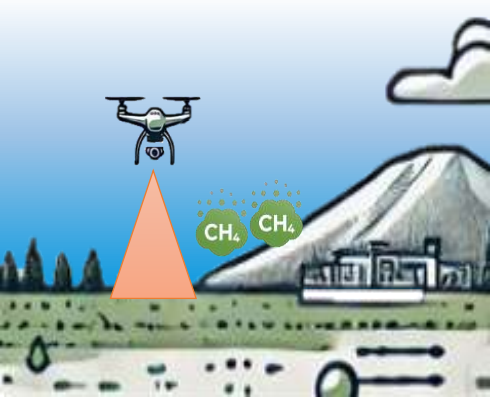


- No es posible medir todas las fuentes; se requiere una **priorización estratégica**.
- **Medir bien** empieza por saber **dónde medir**.
- Criterios:
 - Representan una **alta proporción** de las emisiones.
 - Reflejan condiciones **operativas y ambientales** diversas.
 - Tienen alto potencial de mitigación.
 - Presentan mayores incertidumbres en el inventario.
 - Fuentes emergentes no cuantificadas pero con alto potencial de emisión.
- Esto permite **optimizar recursos y maximizar el impacto** de las mediciones.

Medir donde más se emite, donde existe mayor potencial de mitigación, donde la incertidumbre es más alta y donde se refleje la diversidad del país es fundamental para construir un inventario sólido y representativo

Estrategia de medición

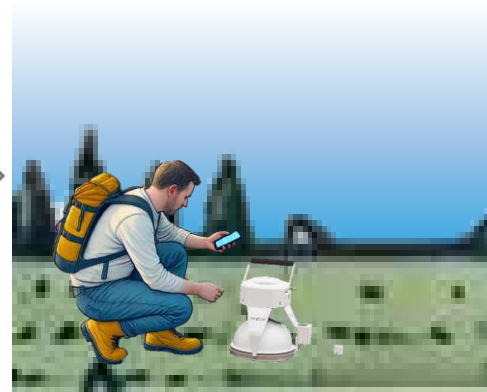
Topografía



Caracterización



Medición de emisiones fugitivas

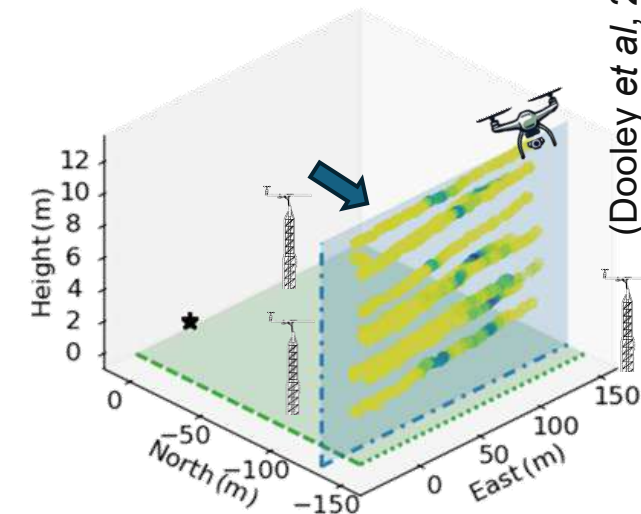


Medición de emisiones puntuales



- Estrategia basada en **una combinación/conciliación de técnicas *top-down* y *bottom-up***.
- Uso de herramientas como **cámaras estáticas, drones y sensores espectroscópicos**.
- **Priorización de fuentes** según impacto, incertidumbre y representatividad

La estrategia integra mediciones multiescala con precisión técnica, eficiencia operativa y enfoque territorial, para reflejar la variabilidad de las fuentes y reducir la incertidumbre del inventario.



**Balance de masa =
Dron + Meteorología**

7

Resultados: Caso El Carrasco

$$E_T = E_F + \cancel{E_{cq}} + E_{cci} + E_{cnq}$$

E_T : Emisión total

E_F : Emisión fugitiva

E_{cq} : Emisión canalizada quemada

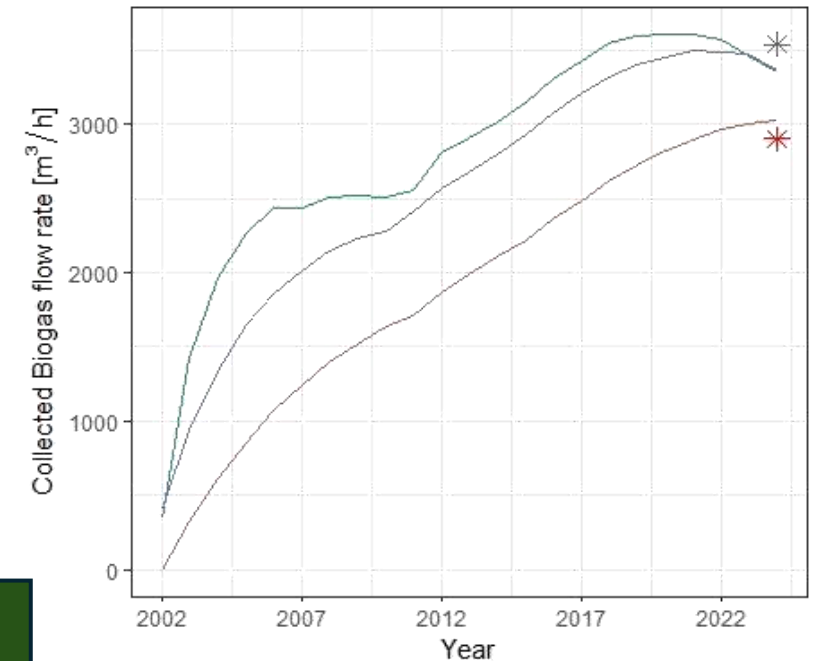
E_{cci} : Emisión canalizada combustión incompleta

E_{cnq} : Emisión canalizada no quemada

- Variabilidad estacional no modelada
- La estimación de la composición media del biogás depende de la estrategia de cálculo.
- Es necesario considerar aspectos operacionales de alto impacto en las emisiones → **Quema de biogás.**

Aunque los modelos reproducen adecuadamente el orden de magnitud de la generación de metano, se observa una **sobrestimación del 50%** entre el valor reportado en el INGEI y la estimación detallada para El Carrasco, atribuible **principalmente a condiciones operacionales específicas** no consideradas en los supuestos por defecto.

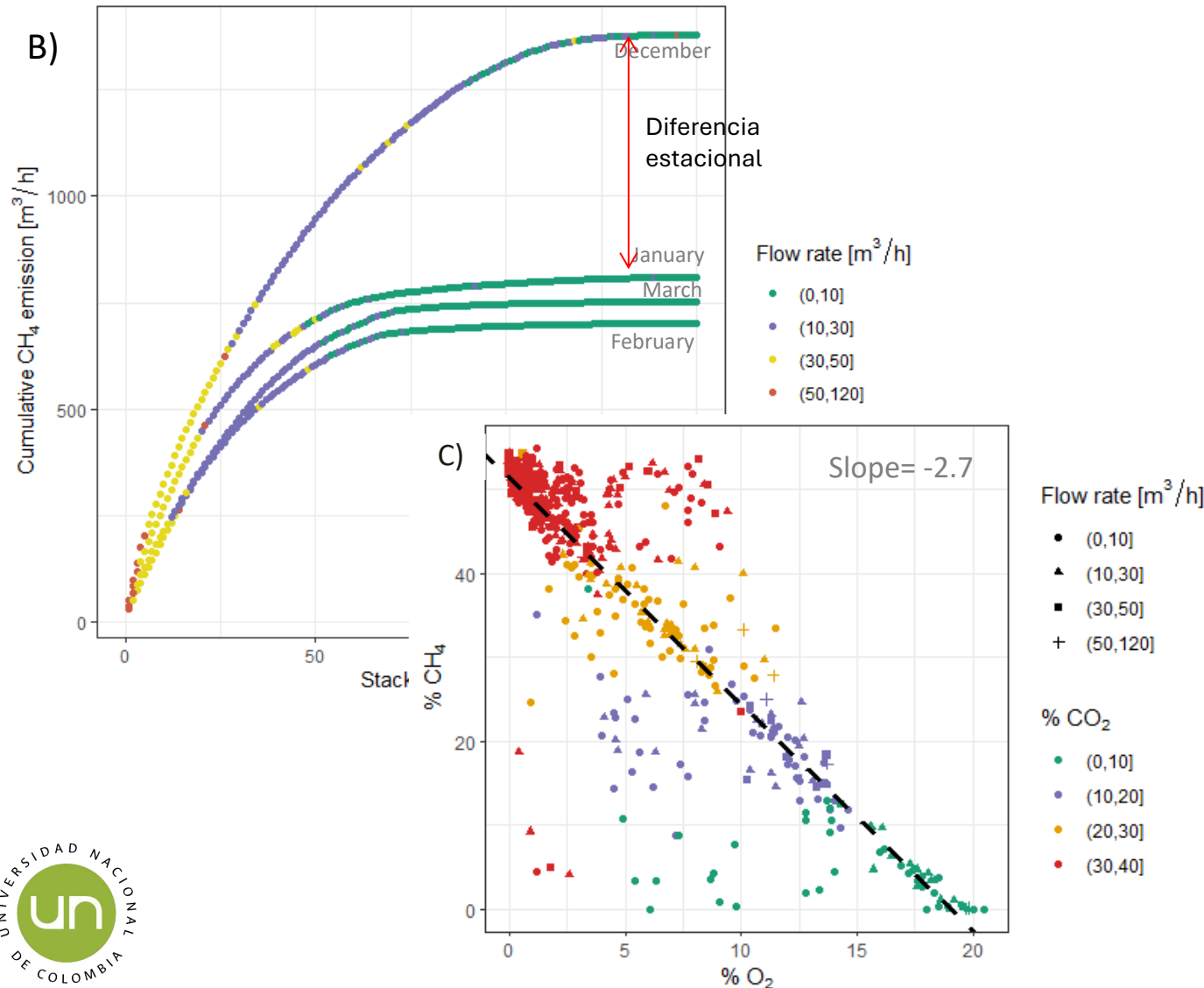
Estadístico	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
Promedio aritmético	27.3	20.3	7.6
Promedio ponderado	41.4	30.2	3.9



— Corenostrós — IPCC 2006 — Colombian biogas model

Flujo de biogas modelado (m³/h)
comparado con valores medidos (*).8

Resultados: Caso El Carrasco



- El relleno sanitario El Carrasco tiene **variaciones estacionales** significativas en la **generación de biogás**.
- Durante la **época de lluvias** se generan **mayores volúmenes** de biogás.
- Los **modelos no incorporan la disminución** de biogás que se genera durante la época seca, por lo que pueden estar sobreestimando la emisión bajo esta condición

Las mediciones en el relleno sanitario El Carrasco evidencian una variación estacional en la generación de biogás, posiblemente asociada a un mayor contenido de humedad, que facilita el transporte de nutrientes y favorece condiciones anóxicas para la producción de metano

Resultados: Zona minera de Cundinamarca

Minas cercanas pueden tener emisiones significativamente diferentes

- **Mina A:**

- ✓ Alta producción de carbón 14 Kton/mes.
- ✓ Monitoreo en tiempo real centralizado.
- ✓ Bajo contenido de CH₄ en el carbón.
- ✓ Salida de ventilación : **~33 m/s @ 0.06% CH₄ → 0.9 ton/día. ~3 m³ CH₄/ton**

- **Mina C:**

- ✓ Baja tecnología
- ✓ Ventilación natural.
- ✓ Salida de ventilación **~ 2 m/s @ 0.4% CH₄ → 0.4 ton/día. ~15 m³ CH₄/ton**

La emisión esta estrechamente relacionada con factores específicos de las minas y las condiciones del manto explotado. La producción no siempre es el factor controlante

Medición de salida de
aire de la bocamina
(Mina A)



Medición de salida de
aire de la bocamina
(Mina C)

Conclusiones y llamado a la acción

- No se puede controlar lo que no se mide.
- **La verdad está en la atmósfera. Saber dónde están las emisiones** permite actuar con precisión, identificar y priorizar las fuentes conduciendo a **estrategias más costo-efectivas**
- **Medir bien comienza por saber dónde medir**
- El fortalecimiento de **capacidades locales es clave para asegurar sostenibilidad técnica** y autonomía en la gestión del metano.
- Los resultados de las **mediciones realizadas** revelan **discrepancias significativas** frente a las estimaciones teóricas, que podrían traducirse en **diferencias de hasta un 50 %** en el impacto climático reportado.



Medir es un acto de soberanía ambiental. Con datos propios, Colombia puede tomar mejores decisiones. Necesitamos escalar capacidades locales, adoptar tecnologías y fomentar alianzas que permitan hacer visible lo invisible.



Luis Alberto Morales., Ph.D.
Director técnico SLC Association
luis.morales@slcaconsultores.com

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



<https://casap.science/>

Más información



casap@casap.science