

Implementando una Transición Justa de los Combustibles Fósiles: Ciencia Ciudadana Extrema para Hacer Cumplir la Prohibición de los mecheros petroleros en la Amazonía Ecuatoriana

Francesco Facchinelli^{1*}, Alberta Pavone², Edoardo Crescini¹, Giuseppe Della Fera³, Donald Rafael Moncayo Jimenez⁴, Pablo Fajardo Mendoza⁴, Salvatore Pappalardo^{1,2} y Massimo De Marchi^{1,2}

¹ Centro de Excelencia Jean Monnet sobre Transiciones Justas de los Combustibles Fósiles, Departamento de Ingeniería Civil, Edil y Ambiental, Universidad de Padua, Padua, Italia

² Máster Avanzado en “GIScience and Unmanned System for the integrated management of the territory and the natural resources”, Departamento de Ingeniería Civil, Edilicia y Ambiental, Universidad de Padua, Italia

³ GISHUB – GIScience for Humanity, Urban Space and Biosphere, Padua, Italia

⁴ Unión de Afectados y Afectadas por las Operaciones Petroleras de Texaco, Nueva Loja, Ecuador

⁵ Departamento de Ingeniería Civil, Edilicia y Ambiental, Universidad de Padua, Padua, Italia

* Autor de correspondencia.

Correo electrónico: Francesco.facchinelli@unipd.it

Nota: traducción al español del [artículo publicado en acceso abierto en Environmental Research Letters](#) (DOI 10.1088/1748-9326/aea7ba). En caso de discrepancia, prevalece la versión original en inglés.

Resumen

La extracción petrolera en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) ha generado graves impactos ambientales y sanitarios en territorios indígenas y rurales. Como respuesta, la campaña de justicia climática “Apaguen los Mecheros” contribuyó a una sentencia histórica de la Corte de Nueva Loja (2021), que ordenó el apagado progresivo de la quema de gas (*gas flaring*, GF) cercana a centros poblados y su eliminación total para 2030. Sin embargo, el cumplimiento de esta sentencia sigue siendo altamente controvertido. Basado en un proceso de Ciencia Ciudadana Extrema de ocho años desarrollado en el marco de la campaña, este estudio evalúa el cumplimiento posterior a la sentencia mediante un monitoreo satelital independiente, combinado por primera vez con un trabajo de campo específico de mapeo en terreno. El estudio: i) evalúa la dinámica del GF entre 2012 y 2024; ii) detecta y valida nuevos sitios de quema; iii) compara esta evidencia con la documentación oficial sobre el desmantelamiento de mecheros; y iv) proporciona una estimación actualizada del GF en la RAE, combinando datos anuales y diarios de VIIRS Nightfire, un conjunto de datos participativo de validación en campo de 2019 y un levantamiento de mapeo en terreno realizado en 2026. Los resultados muestran que el GF en la RAE no ha disminuido desde la sentencia: los sitios de quema activos aumentaron de 58 en 2012 a 91 en 2024, mientras que los volúmenes quemados anualmente pasaron de 0,82 a 1,69 BCM. Las detecciones diarias y el mapeo en terreno identificaron conjuntamente 47 sitios de quema ausentes del conjunto de datos de 2019, lo que indica una expansión y reconfiguración continuas de la infraestructura de quema, concentradas de manera desproporcionada en bloques petroleros que reanudaron operaciones recientemente. La comparación con los informes oficiales de

desmantelamiento muestra además que, de los 110 sitios que las empresas petroleras declararon desmantelados en la Fase I del plan nacional de reducción, 72 pudieron evaluarse de forma independiente y 37 de ellos (51 %) permanecen activos. Además, evidencias emergentes del artículo muestran que los esfuerzos de cierre han priorizado mecheros de baja actividad mientras instalaciones mayores, varias de ellas cercanas a centros urbanos, continúan expandiéndose. En conjunto, proporcionamos un inventario actualizado de entre 198 y 252 mecheros potencialmente activos, frente a 91 sitios confirmados como desmantelados. El trabajo de campo documentó además prácticas de quema no reportadas previamente en Ecuador y en gran medida invisibles para el monitoreo satelital, como los quemadores encapsulados a nivel de suelo y el venteo de gas. En una perspectiva más amplia, este estudio demuestra cómo la teledetección de acceso abierto, combinada con evidencia de campo generada por la ciudadanía, puede respaldar una verificación independiente, transparente y escalable del cumplimiento ambiental en fronteras extractivas políticamente disputadas.

Palabras clave: justicia climática, justicia ambiental, mecheros petroleros, Región Amazónica Ecuatoriana, Yasuní

1. Introducción

1.1. Justicia climática: una perspectiva desde abajo

El cambio climático representa una de las crisis más graves de nuestro tiempo, y se manifiesta en dimensiones interseccionales: ecológicas, sociales y políticas. A pesar de décadas de evidencia científica, las respuestas de la gobernanza climática siguen siendo insuficientes (Ayling y Gunningham, 2017; Dehm, 2017; Lefstad y Paavola, 2024). La primera revisión de los objetivos climáticos establecidos en el Acuerdo de París¹ (COP21), realizada mediante el Balance Mundial (*Global Stocktake*, COP28), constató que los compromisos climáticos actuales no están alineados con su consecución. La industria de los combustibles fósiles, uno de los principales motores de la crisis actual, continúa su expansión de frontera, evidenciando una brecha y un desajuste considerables respecto de las trayectorias comprometidas en materia climática (Stockholm Environment Institute et al., 2023). Welsby et al. (2021) advirtieron que, para mantenerse en línea con el objetivo de 1,5 °C con una probabilidad del 50 % hacia 2050, aproximadamente el 58 % del petróleo, el 56 % del gas metano fósil y el 89 % del carbón deberían permanecer bajo tierra.

El concepto de carbono inquemable y de áreas inquemables añade otra dimensión clave al debate, al priorizar los puntos calientes de biodiversidad y los territorios indígenas (Codato et al., 2019; Martínez-Alier, 2014, 2018; Temper et al., 2013).

En este contexto emerge el concepto de justicia climática (Newell et al., 2021; Schlosberg y Collins, 2014; Sultana, 2022), que rechaza una visión técnica y despolitizada del cambio climático y subraya que sus responsabilidades y efectos son profundamente desiguales. Los pueblos indígenas y las poblaciones del Sur Global han organizado cumbres y emitido declaraciones para exigir un enfoque distinto: respeto de los derechos colectivos, autodeterminación, protección de los territorios y reconocimiento de los derechos de la Madre Tierra (World People's Conference on Climate Change and the Defense of Life, 2015; World Forum for Food Sovereignty, 2007; World People's Conference on Climate Change and the Rights of Mother Earth, 2010). En este marco, diversos grupos se movilizan no para definir o cuestionar la justicia climática, sino para ejercerla desde abajo (Giraldo, 2022; Hardt y Negri, 2004; Kühne et al., 2022; Temper et al., 2020). Con 2 mil millones de personas

¹ Acuerdo de París, art. 2, FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015).

viviendo en un radio de 5 km de infraestructura petrolera (Amnesty International, 2025), la descarbonización no es únicamente una cuestión climática, sino también un medio para dismantlar un sistema global estructuralmente construido sobre zonas de sacrificio (Healy, Stephens y Malin, 2019). Por ello, las luchas indígenas en defensa del territorio, las propuestas agroecológicas campesinas, las demandas feministas de soberanía corporal y territorial, y las demandas juveniles urbanas de justicia social y climática convergen en una crítica estructural del sistema actual y en la construcción de futuros más justos, equitativos y pacíficos (Klein, 2014; Moreano Venegas, Lang, et al., 2021). Para concluir, la declaración presentada en el Balance Mundial (COP28), “Transitioning away from fossil fuels in energy systems”², además de constituir un hito histórico en la política climática, abrió una ventana importante hacia una eliminación justa de los combustibles fósiles. Este resultado impulsó la creación de un nuevo espacio diplomático: la Conferencia sobre la Transición para Superar los Combustibles Fósiles (TAFF), celebrada por primera vez en Santa Marta, Colombia, del 24 al 29 de abril de 2026. La TAFF es un espacio voluntario, independiente y autónomo de convergencia y construcción de coaliciones, orientado a dismantlar la oferta de combustibles fósiles e implementar acciones y medidas concretas para una transición justa mediante prácticas colectivas, intersectoriales e interseccionales propuestas por la multitud de la justicia climática, integrada por gobiernos, ONG, sindicatos, parlamentarios, nacionalidades indígenas y afrodescendientes, jóvenes, niñas y niños, organizaciones feministas y transfeministas, y movimientos campesinos y pesqueros (TAFF Report, People’s Declaration, People’s Summit for a Fossil Fuel Free Future, 2026a). No obstante, el Informe de Resultados de la TAFF presenta todavía una serie de vacíos, señalados por la Cumbre de los Pueblos por un Futuro Libre de Combustibles Fósiles —la contraparte de la TAFF—, en cuanto a evitar la repetición de otro espacio vacío de diálogo y construir, desde abajo, trayectorias alineadas con la ciencia y centradas en la justicia hacia una transición rápida, equitativa y justa para territorios libres de combustibles fósiles (People’s Summit for a Fossil Fuel Free Future, 2026b).

1.2. Quema de gas: impactos globales y locales

La quema de gas (GF) es la combustión de gases asociados y excedentes generados durante los procesos de extracción y producción de petróleo. Esta práctica es ampliamente reconocida como ineficiente y ambientalmente insostenible, y su eliminación se ha convertido en una prioridad dentro de los marcos internacionales orientados a los objetivos climáticos y de transición energética (World Bank, 2015).

Los volúmenes globales de GF en instalaciones petroleras y gasíferas de *upstream* alcanzaron los 167 mil millones de metros cúbicos (BCM) en 2025, el valor más alto desde 2019 (World Bank, 2026). Se estima que las emisiones totales de carbono derivadas de el GF ascienden a unos 380 millones de toneladas anuales, aproximadamente el 1 % de las emisiones globales de carbono (Clean Air Task Force, 2024). Además de contribuir al cambio climático, el GF es una fuente de contaminación del aire, del agua y del suelo (Barraza et al., 2020; LoPresti, 2024), lo que provoca degradación ambiental en las áreas donde se practica. Los impactos locales de el GF afectan a los ecosistemas, la biodiversidad y las comunidades locales, e incluyen cambios en el microclima, lluvia ácida, alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, del agua de lluvia y del aire, la emisión directa de más de 250 toxinas identificadas y la disminución del rendimiento de los cultivos (Ismail y Umukoro, 2012; Obi y Osang, 2015; Onuoma et al., 2015; Ozabor y Obisesan, 2015; Uyigwe y Enujekwu, 2017).

² Decisión 1/CMA.5, “Outcome of the first global stocktake”, párr. 28, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2023).

Asimismo, el GF tiene efectos negativos bien documentados sobre la salud de las comunidades cercanas, incluidas enfermedades respiratorias (Blundell y Kokoza, 2022) y alteraciones de los parámetros hematológicos (Jato et al., 2024).

1.3. Enfoques para el monitoreo de la quema de gas

El GF es un proceso térmicamente intenso que emite cantidades significativas de radiación infrarroja, lo que la hace detectable por sensores satelitales que operan en los rangos espectrales del infrarrojo de onda corta (SWIR) y del infrarrojo de onda media (MWIR) (Faruolo et al., 2021). En las dos últimas décadas, la teledetección se ha convertido en una herramienta fundamental para el monitoreo de las actividades de quema de gas.

Un conjunto creciente de trabajos científicos ha demostrado la viabilidad de la detección satelital de la quema para múltiples aplicaciones: cartografiar la distribución global o regional de los mecheros, estimar el calor radiante y los volúmenes de gas quemado, evaluar el cumplimiento de políticas y cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas (Caseiro et al., 2020; Elvidge et al., 2015; Faruolo et al., 2021).

Entre los instrumentos satelitales existentes, el Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) resulta particularmente adecuado para la detección de la quema. De manera singular, VIIRS opera de noche utilizando canales SWIR diurnos, captando anomalías térmicas con alta sensibilidad en ausencia de interferencia solar (Elvidge et al., 2015; Zhizhin et al., 2025). En concreto, el conjunto de datos Nightfire (VNF), desarrollado a partir de imágenes VIIRS por el Earth Observation Group del Payne Institute for Public Policy de la Colorado School of Mines (Elvidge et al., 2015), constituye uno de los productos de referencia para el monitoreo de el GF desde el espacio, y muestra una capacidad de detección superior a la de la mayoría de los demás métodos satelitales (Faruolo et al., 2024). Si bien presenta una tasa muy baja de falsos positivos, y pese a las mejoras recientes (Zhizhin et al., 2026), la resolución espacial gruesa de las imágenes VIIRS, junto con el límite de detección de calor radiante del algoritmo, dificulta la cartografía de mecheros más pequeños e intermitentes, lo que se traduce en una subestimación general del fenómeno (Seymour et al., 2025; Facchinelli et al., 2022).

2. Contexto del estudio

2.1. Área de estudio: extracción petrolera en la Amazonía ecuatoriana

La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), conocida también como El Oriente, comprende seis provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora-Chinchipe. La RAE alberga a 928.251 personas, de las cuales el 40,5 % se autoidentifica como miembro de una de las 11 nacionalidades que habitan la región (Secretaría de Gestión y Desarrollo de Pueblos y Nacionalidades, 2022).

Esta zona forma parte de la cuenca amazónica más amplia y representa el llamado “Núcleo Amazónico”, caracterizado por precipitaciones elevadas durante todo el año y por la ausencia de una estación seca marcada. Sus suelos son jóvenes, formados por sedimentos fluviales de origen andino, y su topografía presenta un mosaico de colinas bajas que contribuye a una heterogeneidad de hábitats que, a su vez, ha favorecido el desarrollo de la diversidad biológica (Science Panel for the Amazon, 2021). Esta diversidad se refleja, al menos parcialmente, en la extensión de las áreas protegidas, que cubren el 26 % de la superficie total de la RAE, aproximadamente 30.000 km² (Codato et al., 2019).

En particular, la región del Yasuní, situada dentro de la RAE, ha sido identificada como un punto caliente de biodiversidad a escala global (Mittermeier et al., 2003; Myers et al., 2000). La investigación

ha documentado una riqueza excepcional de anfibios, aves, reptiles, mamíferos y plantas, con altos niveles de endemismo (Bass et al., 2010), lo que ha llevado a la comunidad científica a subrayar la importancia global de su conservación (Bass et al., 2010; Finer et al., 2010; Hance, 2013; Larrea y Warnars, 2009; Swing, 2011). Para proteger este ecosistema, el Parque Nacional Yasuní fue establecido en 1979 por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y posteriormente incorporado, en 1989, al Programa El Hombre y la Biosfera de las Naciones Unidas, dando lugar a la creación de la Reserva de Biosfera Yasuní (Pappalardo et al., 2013).

Desde la apertura de las primeras concesiones en la provincia de Sucumbíos en 1972 (Codato et al., 2024), la frontera petrolera se ha expandido de manera casi ubicua por toda la RAE. Hasta la fecha, las concesiones petroleras cubren 69.957 km², es decir, el 70 % de la superficie total de la región (Codato et al., 2019). Una porción considerable de esta expansión ha afectado a territorios indígenas y a áreas clave para la conservación de la biodiversidad, de modo que el 21 % de las áreas protegidas y el 72 % de los territorios indígenas formalmente reconocidos se han visto afectados por la extracción petrolera (Codato et al., 2019). La superposición entre estos distintos proyectos de gestión territorial se ilustra en la Figura 1.

El área del Yasuní se convirtió en una referencia internacional para la transición poscarbono debido a dos acontecimientos clave. En primer lugar, en 2007, cuando los movimientos sociales y ambientales ecuatorianos se movilizaron para dejar el petróleo bajo tierra en la zona con el fin de proteger la biodiversidad y a los pueblos indígenas, lo que llevó al entonces presidente Correa a lanzar la Iniciativa Yasuní-ITT (ITT: Ishpingo, Tiputini, Tambococha, por el nombre de los campos petroleros) (Moreano et al., 2021). En segundo lugar, en 2023, tras una lucha legal de diez años posterior a la declaración del fin de la iniciativa por ese mismo presidente, la ciudadanía ecuatoriana votó en referéndum a favor de dejar el petróleo bajo tierra en los campos del ITT (Larrea, 2024).

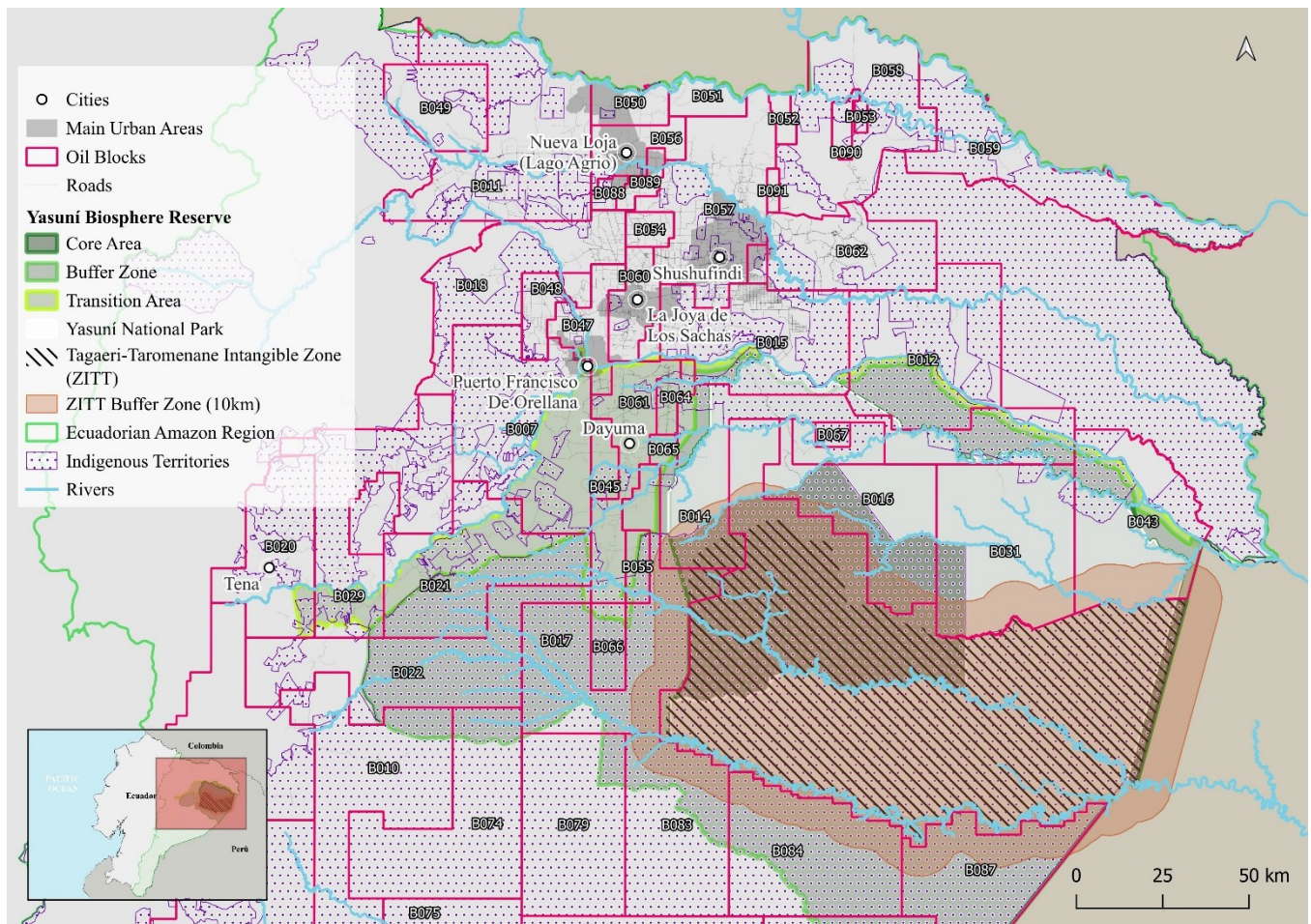


Figura 1. Superposición entre actividades de extracción petrolera, territorios indígenas y áreas protegidas.

2.2. ¿Hacia el fin de la quema de gas? La campaña “Apaguen los mecheros”

La campaña Apaguen los mecheros fue lanzada en 2018 por una red de ONG nacionales e internacionales, organizaciones indígenas y colectivos de la sociedad civil, con el objetivo de poner fin a las actividades de GF en la RAE (Unión de Afectados por Texaco, 2019). La Figura 2 muestra uno de los sitios de GF mencionados.

La campaña articula las demandas locales de justicia ambiental para proteger la salud de las personas que viven cerca de los sitios de GF en la RAE con la necesidad más amplia de adoptar medidas serias de mitigación del cambio climático. El GF asociada a la actividad petrolera en Ecuador representa aproximadamente 1 BCM anual. Esta combustión produce cerca de 1.800 kt de CO₂ eq, equivalentes al 8 % de la meta de reducción de emisiones de Ecuador establecida en el Acuerdo Climático de París (Elvidge et al., 2018).

En 2019, integrantes de la campaña, junto con comunidades locales y el grupo de investigación “Climate Change, Territories, Diversities” de la Universidad de Padua, iniciaron un proceso de mapeo participativo de los sitios de GF en la Amazonía ecuatoriana (Facchinelli, 2022; Facchinelli, 2023). Estos datos se incorporaron posteriormente a una Acción de Protección que solicitaba la prohibición de

las actividades de GF. En enero de 2021, la corte de Nueva Loja falló a favor de los demandantes, ordenando el apagado de todos los sitios de GF “cercaos a centros poblados” en un plazo de 18 meses y el cese completo de las actividades de quema para 2030. Sin embargo, la sentencia no especifica con claridad qué sitios deben cerrarse para marzo de 2023 y cuáles para 2030. En particular, sigue sin estar claro (i) qué constituye un “centro poblado” en un contexto donde las pequeñas comunidades indígenas están ampliamente dispersas, y (ii) qué distancia corresponde a “cercaos”, dada la práctica ausencia de literatura científica que reporte métricas específicas sobre los impactos socioambientales de las actividades de GF en contextos amazónicos. Cabe señalar además que el plazo de 2030 se limita a reafirmar los compromisos ya asumidos por Ecuador en el marco de la Alianza Global para la Reducción de la Quema de Gas del Banco Mundial (World Bank, 2013).



Figura 2. Un sitio de quema de gas en la Región Amazónica Ecuatoriana ($0^{\circ}3'32,08''S$, $76^{\circ}39'10,47''O$), campo petrolero Shushufindi, Sucumbíos, 06/05/2026.

2.3. *Objetivos del estudio*

Sustentado en un proceso de Ciencia Ciudadana Extrema de ocho años desarrollado en el marco de la campaña Apaguen los Mecheros, el estudio busca evaluar el estado de implementación de la sentencia mediante: (i) el monitoreo de la actividad de GF en la RAE a lo largo de trece años (2012-2024); (ii) la detección y validación de nuevas localizaciones de mecheros mediante observaciones satelitales diarias y mapeo en terreno; (iii) la comparación de los datos emergentes con los

documentos gubernamentales relativos al proceso de apagado; y (iv) la elaboración de una estimación actualizada de el GF en la RAE.

3. Materiales y métodos

3.1. Datos espaciales

Para evaluar las actividades de quema de gas actuales e históricas, el estudio se basa en dos productos VNF: i) los conjuntos de datos anuales, que proporcionan localizaciones confirmadas de quema de gas con estimaciones de los volúmenes quemados; y ii) las detecciones diarias, que registran todos los mecheros potenciales identificados por el algoritmo en las imágenes VIIRS cada día.

Como referencia adicional de los mecheros preexistentes, el estudio utiliza los mecheros validados en campo mediante un proceso participativo en 2019 (Facchinelli, 2022).

3.2. Normativa e informes sobre la implementación de la sentencia

Para contextualizar las observaciones satelitales dentro del marco normativo y de políticas locales, se revisaron documentos oficiales, entre ellos el “Reglamento para la Reducción Progresiva del Mecheo Rutinario de Gas Asociado en Teas” (en adelante, el “Reglamento MEM”), adoptado en 2022 por el MEM (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2022); el informe de avance publicado en noviembre de 2024 (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2024), que detalla la implementación del plan nacional de reducción de mecheros (en adelante, el “Informe MEM”); y las páginas web del sitio de Petroecuador que reportan la documentación sobre las teas cerradas (Petroecuador, 2025).

El Reglamento publicado en 2022 definió dos fases operativas. La Fase I estableció, en concordancia con la sentencia, un plazo de 18 meses para cerrar todos los sitios de GF “ceranos a centros poblados”, proporcionando además definiciones operativas para identificar los sitios objetivo. La Fase II trazó la ruta hacia el fin completo de las actividades de GF para 2030. El informe de 2024, que cubre el avance de la implementación de ambas fases, se utilizó para identificar los sitios de quema declarados oficialmente como desmantelados. Estos se cruzaron posteriormente con los resultados del análisis de detecciones diarias VNF, con el fin de evaluar la coherencia entre la actividad reportada y la observada.

3.3. Análisis espacial y monitoreo de la aplicación de la prohibición

Para agilizar y garantizar la reproducibilidad del flujo de procesamiento de datos, se desarrolló un Model Builder personalizado en QGIS. El modelo toma como entradas las detecciones diarias VIIRS no procesadas (VNF v3.0) entre enero de 2019 y abril de 2026, el conjunto de datos de mapeo participativo de Facchinelli et al. (2022) y el conjunto de datos anual VNF de 2023. Automatiza la fusión de datos, el filtrado espacial, la agrupación (*clustering*), la generación de densidad kernel y la extracción de candidatos a nuevos sitios de quema. Esta herramienta permite un análisis rápido y reproducible de conjuntos de datos futuros siguiendo el mismo procedimiento, para cualquier región del mundo. En la Figura 3 se presenta una representación esquemática del flujo de trabajo.

Por último, los datos resultantes se utilizaron como referencia durante el trabajo de campo de mapeo en terreno realizado en mayo y agosto de 2026, en el que se recogieron datos GPS, fotografías geoetiquetadas tomadas con drones y cámaras, e información adicional sobre los sitios de GF. El mapeo en terreno se complementó con imágenes de alta resolución de Google Earth Pro (GEP) para monitorear los sitios a los que no se accedió durante el trabajo de campo e identificar mecheros

potencialmente activos. Una discusión más extensa del proceso se presenta en los Materiales Suplementarios (Sección 1).

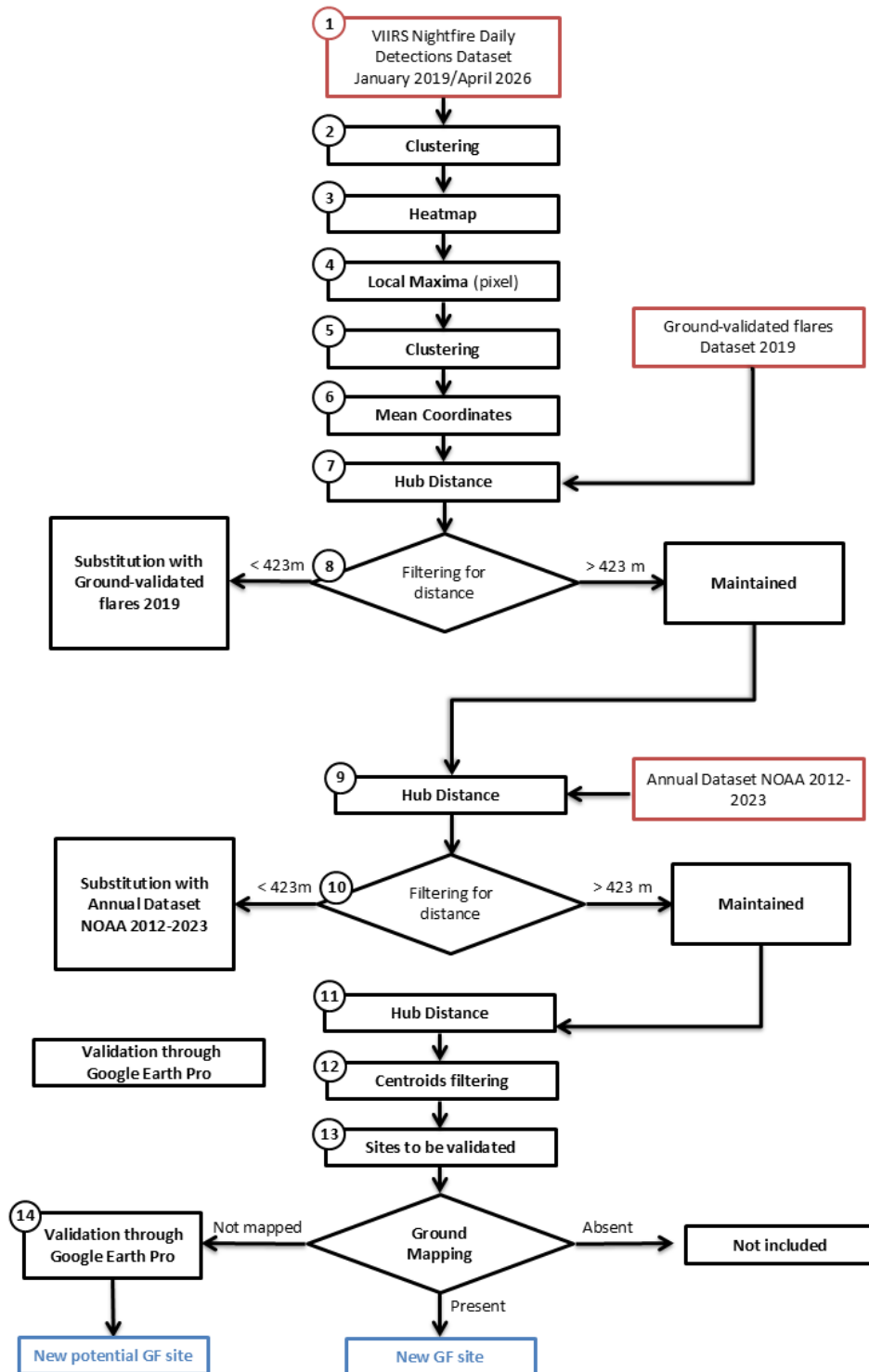


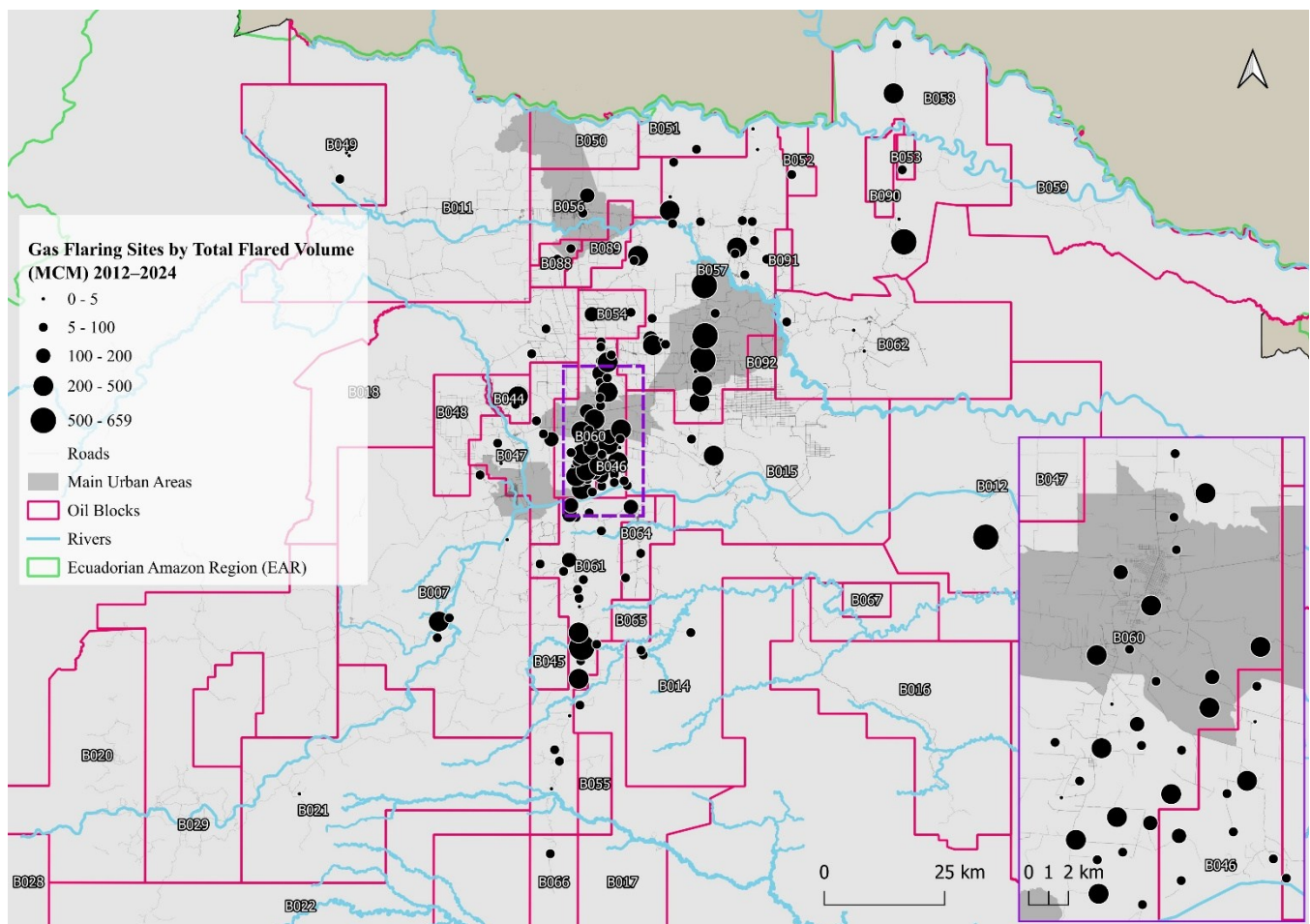
Figura 3. Flujo de trabajo utilizado para procesar las detecciones diarias VNF e identificar nuevos sitios de GF.

4. Resultados y discusión

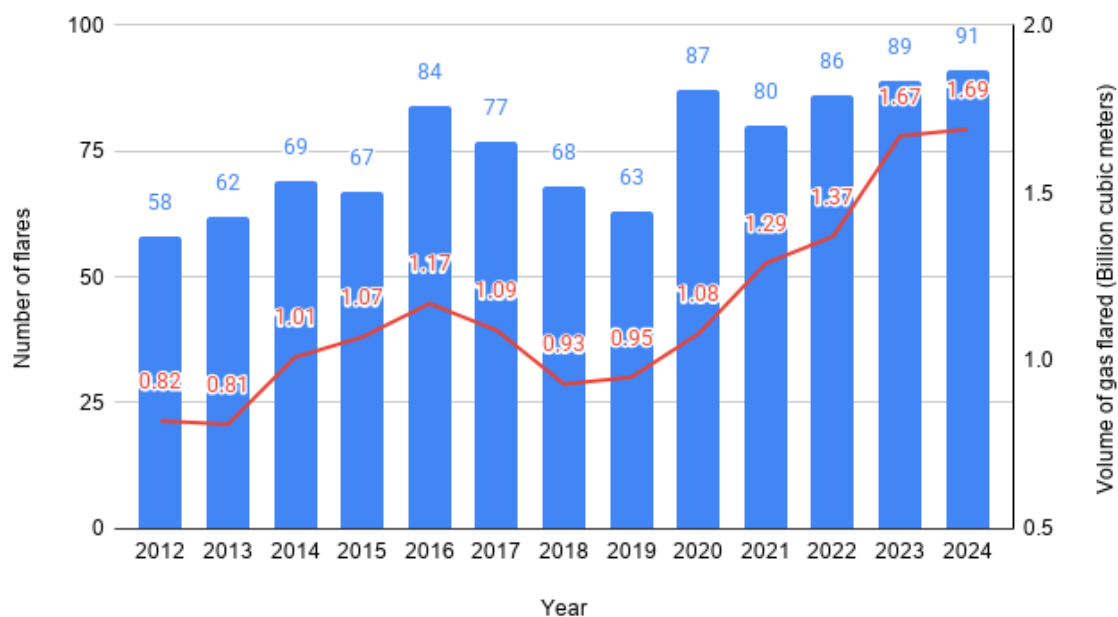
4.1. Tendencias anuales de las actividades de quema de gas en la RAE

Según el conjunto de datos anual NOAA Nightfire, el número de sitios de quema activos en la RAE aumentó de 58 en 2012 a 91 en 2024, como se muestra en la Figura 4b. A lo largo de todo el período de trece años, el volumen acumulado de gas quemado ascendió a aproximadamente 14,95 mil millones de metros cúbicos (BCM), siendo las principales áreas afectadas las de Joya de los Sachas y Shushufindi.

La Figura 4a muestra la distribución espacial de los volúmenes quemados. Tres de los seis mecheros más grandes (>500 MCM de gas quemado) se encuentran en Shushufindi, una de las 4 principales áreas urbanas de la región. Además, 12 de los 24 mecheros con volúmenes entre 200 y 500 MCM se ubican dentro del bloque petrolero 60, que contiene la mayor parte de Joya de los Sachas, otra de las principales áreas urbanas de la región.



(a)



(b)

Figura 4. a) Sitios de GF y volúmenes acumulados de gas quemado (2012-2024), según las detecciones del conjunto de datos anual VNF; b) gas quemado anualmente y número de sitios de GF por año (2012-2024).

Los valores anuales muestran una tendencia de crecimiento sostenido: el GF en la región pasó de 0,82 BCM en 2012 a 1,69 BCM en 2024, más del doble a lo largo del período de observación, con solo una reducción parcial entre 2016 y 2018 (Figura 4b). Esta tendencia creciente no ha cambiado pese a la sentencia, con un incremento de 0,32 BCM (22 %) en el período 2022-2024. La Figura 5 muestra cómo este aumento es atribuible principalmente a 2 mecheros del bloque petrolero 60. El primero, no detectado hasta 2023, se convirtió en el cuarto mechero más grande de la RAE en apenas un año, quemando 54 MCM. El segundo, que había mostrado una actividad mínima (<10 MCM) hasta 2021, aumentó bruscamente a 21 MCM en 2022 y luego a 52 MCM en 2024.

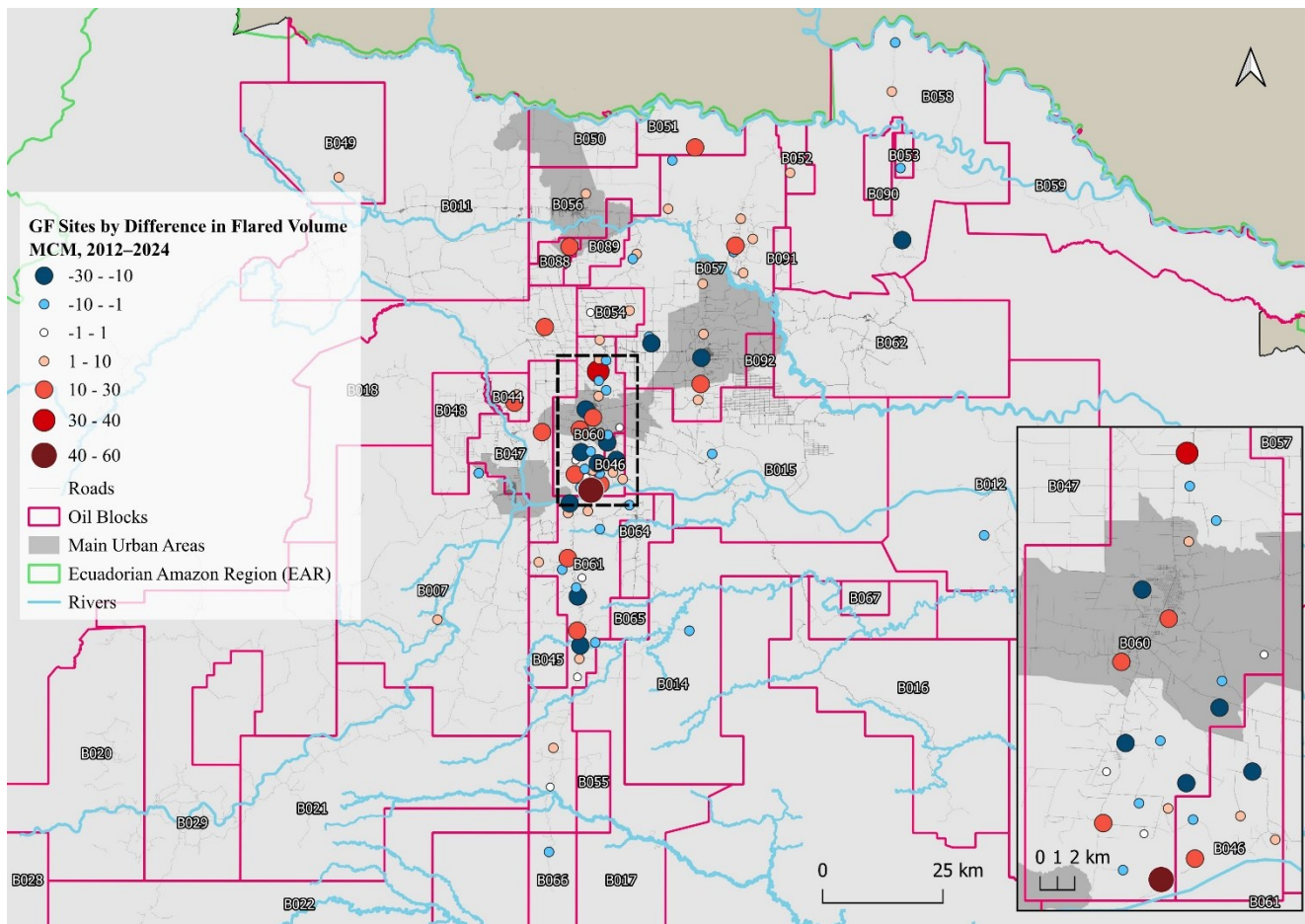


Figura 5. Sitios de GF y diferencia en los volúmenes de gas quemado (2022-2024), según las detecciones del conjunto de datos anual VNF.

4.2. Nuevos sitios de quema de gas

A partir del análisis de las detecciones diarias y del mapeo en terreno, se identificaron un total de 47 nuevos sitios de GF (mostrados en la Figura 6) en comparación con el mapeo realizado en 2019 (Facchinelli et al., 2022). Dado que el análisis diario VNF comienza en 2019, en sincronía con el conjunto de datos de validación en campo, los sitios detectados por primera vez con posterioridad corresponden a mecheros que o se intensificaron lo suficiente como para superar el umbral de detección del sensor, o estaban completamente ausentes con anterioridad, y no a sitios simplemente omitidos por el levantamiento previo. Durante el mapeo en terreno identificamos 17 sitios adicionales, además de los detectados mediante el análisis satelital. De los 36 sitios identificados por el análisis satelital, 27 activos fueron validados en campo, 5 no estaban presentes al momento del mapeo en terreno (y por tanto no se incluyeron en el conteo de nuevos sitios) y 4 no fueron investigados en campo. De estos 4, 3 contaban con imágenes GEP posteriores a 2023, todas las cuales mostraban una planta de GF y una de ellas una llama activa, por lo que fueron considerados activos. Resulta interesante que muchos de los nuevos sitios de quema de gas se localizan en bloques petroleros que solo recientemente iniciaron (o reanudaron tras largo tiempo) operaciones petroleras, como los bloques 50, 51, 88 y 89, operados por Gran Tierra Energy (9 sitios de GF), y el bloque 46, operado por la empresa chilena ENAP (5 sitios). Estos resultados sugieren que las empresas privadas que inician nuevas operaciones no están acatando el llamado de la sentencia a una “eliminación gradual y progresiva de las actividades de GF”.

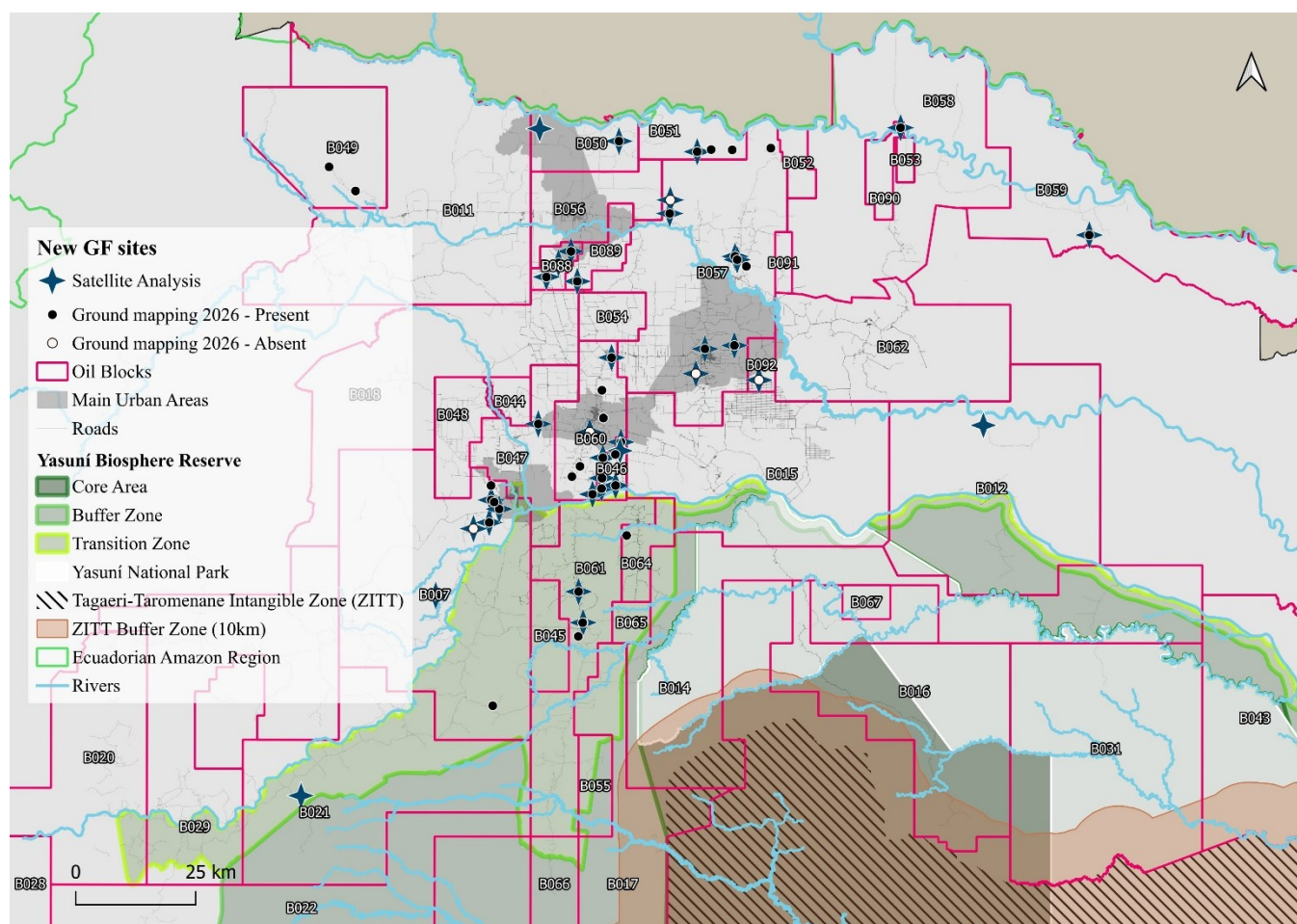


Figura 6. Nuevos sitios de quema de gas (no presentes en los datos de 2019) detectados mediante la elaboración de las detecciones diarias VNF y el mapeo en terreno.

4.3. Evaluación del cumplimiento de la prohibición vigente sobre la quema de gas

4.3.1. Elementos clave que emergen de los informes gubernamentales

En 2022, el MEM de Ecuador adoptó el Reglamento MEM descrito en la Sección 3.2. El documento identifica, como objetivos de la Fase I, los mecheros situados a menos de 100 metros de centros poblados, criterio basado en la Directiva 060 de 2011 de Alberta (Canadá) (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2024). Sin embargo, la evidencia científica muestra que los impactos del GF se extienden mucho más allá del radio de 100 metros considerado por la normativa ecuatoriana (Jato et al., 2024; Blundell y Kokoza, 2022). En el caso de Ecuador, Facchinelli et al. (2023) encontraron que 294 de los 295 sitios de quema activos en la RAE se encuentran lo suficientemente cerca como para representar un riesgo potencial para al menos un centro poblado, y que 180 comunidades están expuestas simultáneamente a las emisiones de entre 6 y 18 mecheros dentro de un radio de 5 kilómetros, un escenario clasificado como de riesgo moderado para la salud.

El informe del MEM sobre el avance hacia la eliminación del GF identifica una línea base de 486 mecheros (424 operadas por Petroecuador y 62 por empresas privadas). Aplicando el marco antes mencionado, la empresa estatal Petroecuador identificó únicamente dos mecheros situados a menos de 100 metros de áreas pobladas, ambos en la Estación Lago Central, y reportó su desmantelamiento el 24 de mayo de 2023, dentro del plazo de 18 meses establecido por la sentencia. Las empresas privadas, por su parte, no reportaron ningún mechero dentro del rango prohibido.

En informes posteriores sobre el desmantelamiento (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2024), Petroecuador afirma haber completado la “Fase I” del Plan con la eliminación de los dos mecheros de Lago Agrio y señala que, adicionalmente, desmanteló 110 mecheros hasta el 31 de diciembre de 2023.

4.3.2. Monitoreo de la aplicación de la prohibición

Al comparar las localizaciones de los sitios donde Petroecuador reportó el desmantelamiento de mecheros (110 en total durante la Fase I) con los datos del mapeo en terreno y las observaciones satelitales, pudimos evaluar el estado actual de 72 sitios de GF. De estos, 37 estaban activos y 35 inactivos. Siete sitios (5 activos) estaban ausentes del conjunto de datos de 2019 pero presentaban detecciones satelitales, mientras que otros 3 sitios eran nuevos, no incluidos en el conjunto de datos de 2019 ni con detecciones satelitales (véase la Figura 7). Cabe destacar que una comparación estadística entre los sitios activos en 2026 y, por separado, todos los sitios cerrados entre 2019 y 2026 y aquellos cerrados en cumplimiento de la Fase I de la sentencia, muestra que ambos grupos de sitios apagados presentan mecheros significativamente más bajos que las de los sitios activos (véase Materiales Suplementarios 3). Este patrón, combinado con el aumento de los volúmenes quemados en las instalaciones de mayor tamaño (véase la Sección 4.1), sugiere una reconfiguración territorial de las operaciones petroleras, en la que se prioriza el cierre de los sitios más pequeños mientras se redirige su gas hacia instalaciones mayores, lo que se traduce en una centralización del proceso más que en una reducción efectiva.

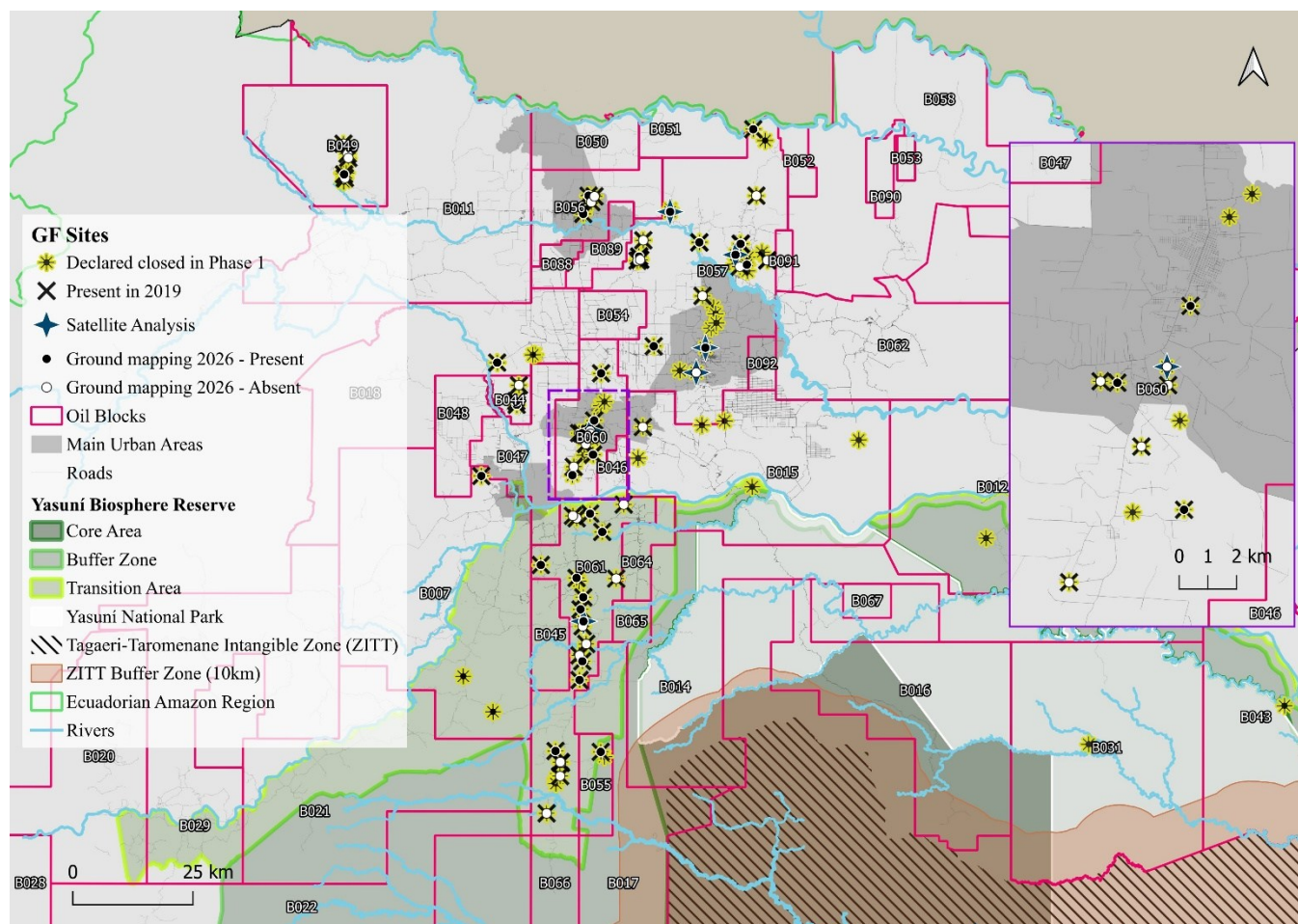


Figura 7. Estado de actividad de los 110 sitios de GF reportados como desmantelados en la Fase I del proceso de apagado ordenado por la Corte de Nueva Loja, evaluado mediante detecciones diarias VIIRS y evidencia de mapeo en terreno.



UNIVERSITÀ DI PADOVA
Dipartimento
di Ingegneria Civile,
Edile e Ambientale - ICEA



4.4. Actualización de la distribución de la quema de gas en la RAE

El análisis combinado de los mecheros mapeados en terreno en 2019 y 2026 y de los datos satelitales (mostrado en la Figura 8 y la Tabla 1) identifica entre 198 y 252 mecheros potencialmente activos: el límite inferior incluye únicamente los sitios con actividad en curso comprobada (ya sea mapeados en terreno o mediante imágenes GEP de alta resolución), mientras que el límite superior contempla además los 57 sitios cuyo estado permanece incierto. Otros 91 sitios fueron confirmados como desmantelados. Los mecheros de estado incierto se agrupan en tres categorías: i) mecheros con detecciones satelitales pero nunca visitados ni investigados con imágenes GEP (1); ii) mecheros mapeados en 2019 con detecciones satelitales entre 2025 y abril de 2026 (17); iii) mecheros mapeados en 2019 sin confirmación posterior en terreno ni satelital (36).

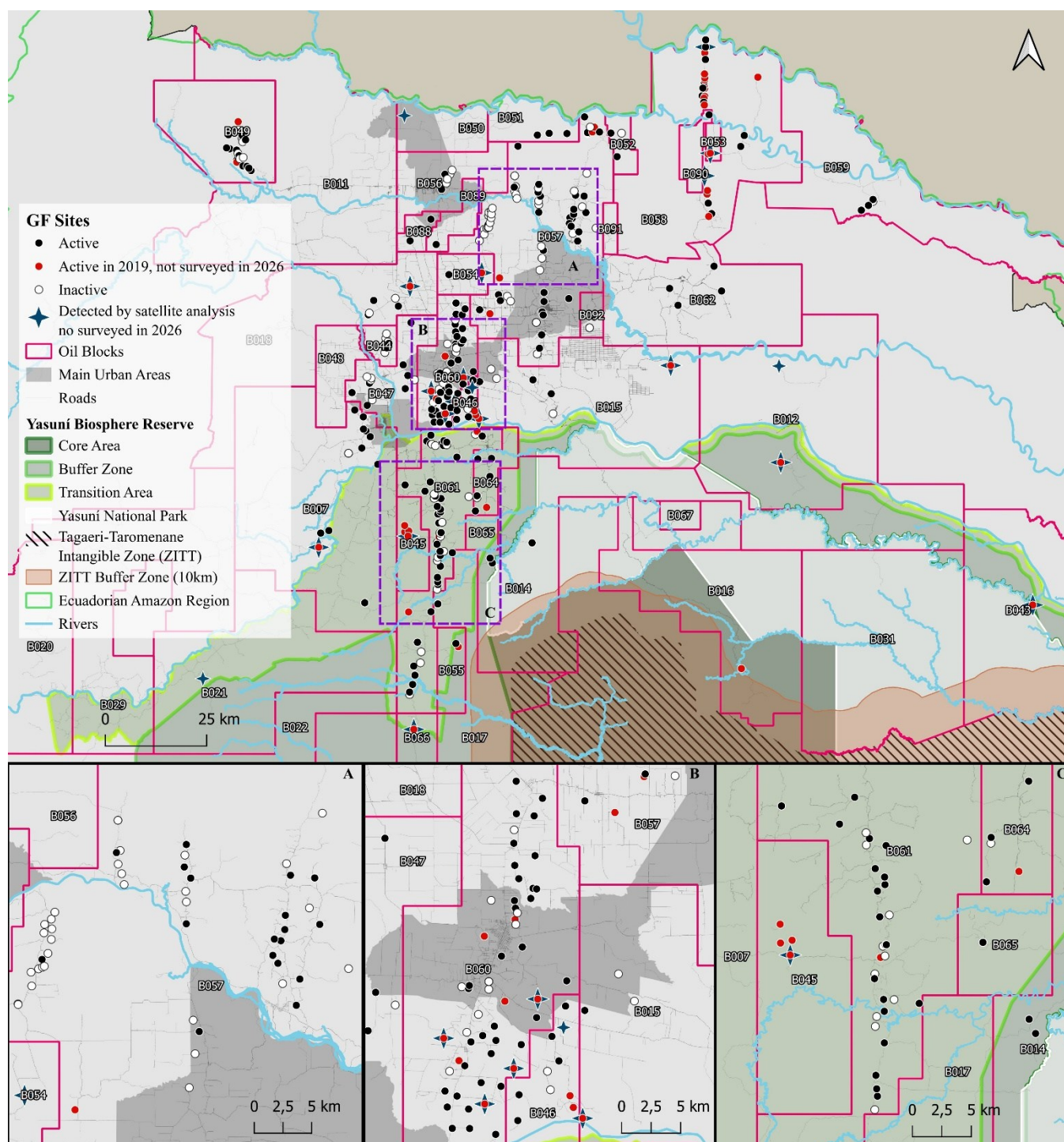


Figura 8. Mapa actualizado del estado de las actividades de GF en la RAE. Los sitios activos incluyen todos los sitios de GF identificados positivamente durante el proceso de mapeo en terreno de 2026, mientras que los sitios inactivos fueron visitados pero no encontrados. Los sitios mapeados en 2019 pero no visitados en 2026, así como los sitios identificados mediante análisis satelital, se tratan por separado y se consideran potencialmente activos.

Tabla 1. Matriz comparativa de los sitios de GF mapeados en 2019 y 2026, los declarados cerrados durante la Fase I y los nuevos sitios de quema de gas identificados tanto por detecciones satelitales como por el mapeo en terreno de 2026. Los números entre paréntesis indican los sitios no investigados en 2026 para las categorías Activos 2019, Cerrados Fase I y Nuevo monitoreo satelital. Nótese que “Activos 2026” y “Nuevos 2026” incluyen

únicamente sitios mapeados en terreno. Para calcular el número total de sitios de quema de gas existentes y nuevos deben incluirse también los 3 sitios identificados mediante monitoreo satelital y validados con imágenes satelitales de alta resolución (véase la Sección 4.2).

	Activos 2019	Activos 2026	Inactivos 2026	Cerrados Fase I	Nuevo monitoreo satelital	Nuevos 2026
Activos 2019	295 (53)	151	91	62	–	–
Activos 2026	–	195	–	37	27	44 (3)
Inactivos 2026	–	–	91	35	5	–
Cerrados Fase I	–	–	–	110 (38)	7	3
Nuevo monitoreo satelital	–	–	–	–	36 (4)	27
Nuevos 2026	–	–	–	–	–	44

4.5. Casos notables de instalaciones y prácticas de GF

Esta sección ilustra la complejidad de las actividades de quema de gas a lo largo del abanico de escenarios extractivos encontrados durante la campaña de validación en campo de 2026, además de los clásicos mecheros de llama abierta (*Open Flame Flares*, OFF) y mecheros elevados que se presentan habitualmente en la zona (Tabla 2).

El primer escenario presentado (Figuras 9a y 9b, caso A en los Materiales Suplementarios) constituye una nueva tipología de práctica de quema de gas en Ecuador: el mechero encapsulado a nivel de suelo (*Enclosed Ground Flare*, EGF). En esta configuración, el cabezal del mechero se aloja dentro de un tubo supuestamente diseñado para contener el calor radiante, la luminosidad y las emisiones de ruido, y para controlar también las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (Omonbolanle y Ikiensikimama, 2024; Reyes et al., 2023). Pese a las mejoras técnicas y tecnológicas que ofrecen los EGF, surgen varias preocupaciones críticas. En particular, los EGF son considerablemente más difíciles de detectar mediante la observación satelital VIIRS, que sigue siendo la principal herramienta de teledetección utilizada para estimar la actividad y el volumen de la quema de gas a escala global (Seymour et al., 2025). Además, incluso con análisis de validación en campo, no es posible verificar el número de llamas existentes dentro del tubo, lo que convierte a esta nueva configuración en una zona libre *de facto* en la que las empresas petroleras pueden seguir eludiendo los compromisos climáticos y las normativas jurisdiccionales de los territorios en los que operan. Dado que la Corte de Nueva Loja ha dispuesto que todas las actividades de quema de gas en la región deben cesar para 2030, la combinación de una gestión y un monitoreo territoriales limitados por parte de las autoridades gubernamentales con la reducida detectabilidad satelital de los EGF puede permitir a las empresas petroleras ocultar sus actividades en curso en la Amazonía ecuatoriana (Facchinelli et al., 2022).

El segundo conjunto de casos observados corresponde a actividades de venteo de gas (Figura 9c y casos B, B1, B2 y B3 en los Materiales Suplementarios), que parecen ir en aumento como medio para eludir la prohibición regional de la quema de gas, estrategia comúnmente adoptada por las empresas que operan bajo este tipo de restricciones (Calel y Mahdavi, 2020). Al igual que los EGF, las actividades de venteo son difíciles de monitorear mediante datos satelitales, pese a conllevar un impacto ambiental sustancial debido a las emisiones directas de metano, un potente impulsor del calentamiento global (Calel y Mahdavi, 2020; Plant et al., 2022; United Nations Environment Programme, 2025). En el caso presentado (casos B1, B2 y B3 en los Materiales Suplementarios) se

realizó una comparación con los mismos sitios en 2019, observándose cambios en el uso del suelo en las plataformas, así como cambios en las actividades de quema, que pasaron de procesos de combustión a procesos de venteo. En la validación en campo de 2026 se mapearon un total de 9 casos de venteo de gas. En comparación con el conjunto de datos de 2019, 4 de ellos no estaban presentes en la base de datos anterior, 2 mostraban una configuración territorial distinta junto con un cambio en el número de mecheros y, en los tres casos restantes (B1, B2 y B3), fue posible confirmar un cambio de estado, de mechero en combustión a venteo.

Una estrategia adicional (casos C y C1 en los Materiales Suplementarios) empleada por las empresas petroleras y gasíferas para ocultar sus operaciones consiste en situar mecheros elevados más allá del perímetro de la plataforma y bajo el dosel del bosque tropical circundante, lo que los vuelve invisibles desde el nivel del suelo. Esta práctica solo pudo identificarse mediante levantamientos con drones. La última tipología observada corresponde a las actividades de quema de gas en plataformas de perforación exploratoria (*wildcatter*) (caso D en los Materiales Suplementarios), utilizadas habitualmente para gestionar las emisiones de gas durante la perforación exploratoria. No obstante, la fase de exploración puede prolongarse durante meses, y con ella la actividad de GF asociada.

Tabla 2. Panorama de casos particulares de quema de gas.

Estado en 2019	Venteo de gas	Quemadores encapsulados a nivel de suelo	Plataforma exploratoria
Ausente – sitios nuevos	4	2	2
Ya presente – activo en 2019	3	0	0
Ya presente – configuración distinta del campo petrolero	2	2	1
Total	9	4	3



(a)



(b)



(c)

Figura 9. Fotografías de prácticas específicas en sitios de GF. a) y b) corresponden al mismo quemador encapsulado a nivel de suelo en la plataforma Sacha Pad 198 ($0^{\circ}23'17,49''S$ $76^{\circ}48'45,75''O$; 10/05/2026), mientras que c) muestra un caso de venteo de gas en Drago Norte 1 ($0^{\circ}10'13,8''S$ $76^{\circ}44'49,3''O$, 05/05/2026).

5. Conclusiones

Este estudio se apoya en la metodología de mapeo participativo desarrollada por Facchinelli et al. (2022) y la amplía sustancialmente, combinando trece años de datos anuales VIIRS Nightfire, detecciones diarias, un conjunto de datos validado en campo en 2019, una campaña específica de mapeo en terreno en 2026 e informes gubernamentales oficiales de desmantelamiento. Este diseño multifuente aborda dos de las principales lagunas metodológicas señaladas en evaluaciones previas de la quema de gas en la región - a saber, la limitada referenciación de campo y la escasa vinculación con los resultados regulatorios - y ofrece una de las primeras evaluaciones con validación cruzada del cumplimiento en terreno de una sentencia judicial sobre quema de gas en América Latina.

Entre 2012 y 2024, tanto el número de sitios activos como el volumen de gas quemado aumentaron significativamente. Esta tendencia se mantuvo también en el período posterior a la sentencia (2022-2024), con un incremento del 22 % en el gas quemado, alcanzando un máximo histórico de 1,69 BCM en 2024. Además, estos volúmenes deben considerarse estimaciones conservadoras, en coherencia con estudios previos (Facchinelli et al., 2022). Las detecciones diarias y la campaña de mapeo en terreno de 2026 identificaron conjuntamente 47 sitios de quema no presentes en el conjunto de datos de mapeo participativo de 2019 elaborado por Facchinelli et al. (2022), varios de ellos concentrados en bloques petroleros que solo recientemente reanudaron o iniciaron operaciones, lo que indica una expansión continuada de la infraestructura de combustibles fósiles que contraviene la exigencia de la sentencia de una eliminación gradual y progresiva de las actividades de GF. Estos hallazgos

evidencian una falta persistente de cumplimiento de la sentencia de 2021 de la Corte de Nueva Loja, así como un desajuste entre las metas climáticas nacionales - como el compromiso de Ecuador con la iniciativa Cero Quema Rutinaria para 2030 del Banco Mundial - y las realidades observadas en terreno.

El análisis espacial actualizado revela asimismo actividad en curso en sitios oficialmente reportados como desmantelados en el marco del plan nacional de reducción de mecheros. Al cruzar los 110 mecheros que Petroecuador reportó como desmantelados en la Fase I con la evidencia satelital y de mapeo en terreno, pudimos evaluar el estado de 72 de esos sitios: 37 (51 %) fueron confirmados como activos mediante el mapeo en terreno. El análisis de la altura de los mecheros realizado en la Sección 3 de los Materiales Suplementarios muestra una diferencia estadísticamente significativa en la altura de los mecheros entre los sitios cerrados y los que permanecen en operación, lo que sugiere que los esfuerzos de desmantelamiento han priorizado los mecheros más pequeños y de baja actividad, mientras las instalaciones mayores continúan expandiéndose, centralizando en efecto la quema en lugar de reducirla.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran: i) la ausencia de datos públicos, transparentes, espacialmente precisos y actualizados sobre las actividades de quema de gas; y ii) las limitaciones de acceso a los campos petroleros debido al control de las empresas o a factores territoriales. La campaña de mapeo en terreno de 2026 realizada para este estudio supera parcialmente esta limitación al aportar una verificación de campo directa, independiente y científicamente robusta para un subconjunto de sitios.

Por último, las recomendaciones para el Estado ecuatoriano incluyen: i) avanzar en los esfuerzos de valorización y captura del gas natural, que representarían además una opción económicamente sólida (Ortiz et al., 2023); ii) monitorear el cumplimiento efectivo de la sentencia de Lago Agrio, incluido el de las empresas petroleras, mediante la adopción de referencias científicamente sólidas sobre los impactos de la quema de gas; y iii) la divulgación pública de los datos sobre las actividades de quema de gas (y sobre la industria petrolera en general), dando así cumplimiento al Acuerdo de Escazú (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018). En conclusión, el uso de datos satelitales de acceso abierto, integrados con evidencia de campo generada por la ciudadanía, sigue siendo fundamental para el monitoreo independiente del GF en una región donde los riesgos ambientales y sanitarios son elevados, la transparencia institucional es limitada y las operaciones petroleras continúan expandiéndose hacia territorios de alto valor ecológico y cultural. Más allá de la RAE, este enfoque ofrece un modelo transferible y de bajo costo para el monitoreo del cumplimiento liderado por la sociedad civil en otras fronteras extractivas. La evidencia aquí presentada respalda la necesidad de fortalecer la gobernanza ambiental, de establecer criterios de cierre más estrictos y exigibles, y de profundizar la investigación sobre los impactos socioambientales de la quema de gas, a la luz de las demandas de justicia climática y de los derechos constitucionales a un ambiente sano.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Centro de Excelencia Jean Monnet sobre Transiciones Justas de los Combustibles Fósiles (Erasmus+, número de subvención 101175896 — JFFT — ERASMUS-JMO-2024-HEI-TCH-RSCH).

Aviso legal

Las opiniones y puntos de vista expresados en este documento son únicamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Referencias

Las referencias se presentan en su idioma original de publicación, conforme a la práctica bibliográfica habitual.

Amnesty International. (2025). Extraction Extinction. Why the lifecycle of fossil fuels threatens life, nature and human rights. Available at: www.amnesty.org (Accessed: 15 November 2025).

Ayling, J., & Gunningham, N. (2017). Non-state governance and climate policy: the fossil fuel divestment movement. *Climate Policy*, 17(2), pp. 131–149. doi:10.1080/14693062.2015.1094729.

Barraza, F., Uzu, G., Jaffrezo, J. L., Schreck, E., Budzinski, H., le Menach, K., Dévier, M. H., Guyard, H., Calas, A., Perez, M. I., Villacreces, L. A., & Maurice, L. (2020). Contrasts in chemical composition and oxidative potential in PM10 near flares in oil extraction and refining areas in Ecuador. *Atmospheric Environment*, 223, p. 117302. doi:10.1016/J.ATMOSENV.2020.117302.

Bass, M. S., Finer, M., Jenkins, C. N., Kreft, H., Cisneros-Heredia, D. F., McCracken, S. F., Pitman, N. C. A., English, P. H., Swing, K., Villa, G., di Fiore, A., Voigt, C. C., & Kunz, T. H. (2010). Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuní National Park. *PLoS ONE*, 5(1), p. e8767. doi:10.1371/journal.pone.0008767.

Blundell, W., & Kokoza, A. (2022). Natural gas flaring, respiratory health, and distributional effects. *Journal of Public Economics*, 208, p. 104601. doi:10.1016/J.JPUBECO.2022.104601.

Caseiro, A., Gehrke, B., Rücker, G., Leimbach, D., & Kaiser, J. W. (2020). Gas flaring activity and black carbon emissions in 2017 derived from the Sentinel-3A Sea and Land Surface Temperature Radiometer. *Earth System Science Data*, 12(3), pp. 2137–2155. doi:10.5194/ESSD-12-2137-2020.

Clean Air Task Force. (2024). Flaring Accountability. Available at: <https://www.catf.us/resource/flaring-accountability/> (Accessed: 15 November 2025).

Codato, D., Pappalardo, S. E., Diantini, A., Ferrarese, F., Gianoli, F., & de Marchi, M. (2019). Oil production, biodiversity conservation and indigenous territories: Towards geographical criteria for unburnable carbon areas in the Amazon rainforest. *Applied Geography*, 102, pp. 28–38. doi:10.1016/j.apgeog.2018.12.001.

Codato, D., Peroni, F., & de Marchi, M. (2024). The multiple injustice of fossil fuel territories in the Ecuadorian Amazon: Oil development, urban growth, and climate justice perspectives. *Landscape and Urban Planning*, 241, p. 104899. doi:10.1016/J.LANDURBPLAN.2023.104899.

Colombia and the Netherlands. (2026). 1st Conference on Transitioning Away from Fossil Fuels: Co-host Report. Santa Marta, Colombia. Available at <https://static1.squarespace.com/static/68dc91a7e566d74a91e8e22d/t/6a3aa46eae019139a1a01c50/1782228078599/Santa+Marta+Report.pdf>

Dehm, J. (2017). Carbon colonialism or climate justice? Interrogating the international climate regime from a twail perspective. *Windsor Yearbook of Access to Justice*, 33(3), pp. 129–161. doi:10.22329/WYAJ.V33I3.4893.

Depledge, J. (2024). The future of negotiations under the climate change COP (Conference of the Parties): Implementation is not enough. *Dialogues on Climate Change*, 1(1), pp. 12–17. doi:10.1177/29768659241293212.



UNIVERSITÀ DI PADOVA

Dipartimento
di Ingegneria Civile,
Edile e Ambientale - ICEA



Just
Fossil Fuel
Transitions
Jean Monnet Centre of Excellence



Associazione
GIShub

Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (2018). Regional Agreement on Access to Information, Public Participation and Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean. United Nations. <https://www.cepal.org/en/publications/43583-regional-agreement-access-information-public-participation-and-justice>

Ecuadorian Ministry of Energy and Mines. (2022). Reglamento para reducir progresivamente la quema rutinaria de gas asociado en tea. Quito, Ecuador.

Ecuadorian Ministry of Energy and Mines. (2024). Informe de avance respecto al: “Plan para la eliminación gradual y progresiva de los mecheros tradicionales que se utilizan para la quema de gas”. Quito, Ecuador.

Elvidge, C. D., Bazilian, M. D., Zhizhin, M., Ghosh, T., Baugh, K., & Hsu, F. C. (2018). The potential role of natural gas flaring in meeting greenhouse gas mitigation targets. *Energy Strategy Reviews*, 20, pp. 156–162. doi:10.1016/j.esr.2017.12.012.

Elvidge, C. D., Zhizhin, M., Baugh, K., Hsu, F.-C. C., & Ghosh, T. (2015). Methods for global survey of natural gas flaring from visible infrared imaging radiometer suite data. *Energies*, 9(1), p. 14. doi:10.3390/en9010014.

Facchinelli, F., Pappalardo, S. E., della Fera, G., Crescini, E., Codato, D., Diantini, A., Moncayo Jimenez, D. R., Fajardo Mendoza, P., Bignante, E., & de Marchi, M. (2022). Extreme citizens science for climate justice: linking pixel to people for mapping gas flaring in Amazon Rainforest. *Environmental Research Letters*, 17(2), 024003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac40af>

Facchinelli, F., Crescini, E., della Fera, G., & de Marchi, M. (2023). The Apaguen los Mecheros campaign: Supporting climate justice in the Amazonian cities of Ecuador by estimating the health risks of gas flaring. *Landscape and Urban Planning*, 240, 104898. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2023.104898>

Faruolo, M., Caseiro, A., Lacava, T., & Kaiser, J. W. (2021). Gas Flaring: A Review Focused on Its Analysis from Space. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 9(1), pp. 258–281. doi:10.1109/MGRS.2020.3007232.

Finer, M., Moncel, R., & Jenkins, C. N. (2010). Leaving the Oil Under the Amazon: Ecuador’s Yasuní-ITT Initiative. *Biotropica*, 42(1), pp. 63–66. doi:10.1111/j.1744-7429.2009.00587.x.

First Conference On Transitioning Away From Fossil Fuels (2026) Co-Host Takeaways On The First Conference On Transitioning Away From Fossil Fuels. Available at: <https://transitionawayconference.com/> (Accessed: 15 July 2026)

Giraldo, O. F. (2022). *Multitudes Agroecológicas*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Hance, J. (2013). Over 100 scientists warn Ecuadorian Congress against oil development in Yasuni. *Mongabay Latam*. Available at: <https://news.mongabay.com/2013/10/over-100-scientists-warn-ecuadorian-congress-against-oil-development-in-yasuni/> (Accessed: 15 November 2025).

Healy, N., Stephens, J. C., & Malin, S. A. (2019). Embodied energy injustices: Unveiling and politicizing the transboundary harms of fossil fuel extractivism and fossil fuel supply chains. *Energy Research & Social Science*, 48, 219-234

Ismail, O. S., & Umukoro, G. E. (2012). Global Impact of Gas Flaring. *Energy and Power Engineering*, 4(January), pp. 290–302. doi:10.4236/epe.2012.44039.

Jato, D. J., Onyije, F. M., Mgbere, O. O., & Awuiro, G. O. (2024). Exposure to Gas Flaring Among Residents of Oil-Producing Communities in Bayelsa State, Niger Delta Region of Nigeria: A Cross-Sectional Study of Haematological Indices. *J* 2024, Vol. 7, Pages 472-481, 7(4), pp. 472–481. doi:10.3390/J7040028.

Klein, N. (2014). *This changes everything: Capitalism vs. the climate*. Simon and Schuster.

Kühne, K., Bartsch, N., Tate, R. D., Higson, J., & Habet, A. (2022). “Carbon Bombs” - Mapping key fossil fuel projects. *Energy Policy*, 166, p. 112950. doi:10.1016/J.ENPOL.2022.112950.

Larrea, C. (2024). ¿Por qué debe cumplirse la consulta popular sobre el Yasuní-ITT? Una estrategia para superar la crisis. Available at: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/21330> (Accessed: 15 November 2025).

Larrea, C., & Warnars, L. (2009). Ecuador's Yasuni-ITT Initiative: Avoiding emissions by keeping petroleum underground. *Energy for Sustainable Development*, 13(3), pp. 219–223. doi:10.1016/J.ESD.2009.08.003.

Lefstad, L., & Paavola, J. (2024). The evolution of climate justice claims in global climate change negotiations under the UNFCCC. *Critical Policy Studies*, 18(3), pp. 363–388. doi:10.1080/19460171.2023.2235405.

LoPresti, F. (2024). Impacts of Gas Flaring on Soil Quality in the Ecuadorian Amazon: Measuring gas flare effects on soils at comparative distances in Loma del Tigre, Orellana. Independent Study Project (ISP) Collection. Available at: https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/3807 (Accessed: 15 November 2025).

Martinez-Alier, J. (2018). Ecological distribution conflicts and the vocabulary of environmental justice. In: *Ecology, Economy and Society: Essays in Honour of Kanchan Chopra*. Springer Singapore, pp. 187–204. doi:10.1007/978-981-10-5675-8_11.

McGlade, C., & Ekins, P. (2015). The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 °C. *Nature*, 517, p. 187. doi:10.1038/nature14016.

Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Brooks, T. M., Pilgrim, J. D., Konstant, W. R., da Fonseca, G. A. B., & Kormos, C. (2003). Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(18), pp. 10309–10313. doi:10.1073/pnas.1732458100.

Moreano Venegas, M., Bayón Jiménez, M., Diantini, A., Almeida, A., Yépez, A., Ulloa, A., Larrea, C., Cielo, C., Codato, D., Martínez, E., Ferrarese, F., Molano Camargo, F., Galafassi, G., Cartuche Vacacela, I., Espinosa, L. M., Machado Mosquera, M., de Marchi, M., Finer, M., Aguirre Andrade, M., & Riofrancos, T. (2021). *La explotación del Yasuní en medio del derrumbe petrolero global*. Edited by M. Moreano Venegas & M. B. Jiménez. Colectivo de Geografía Crítica del Ecuador, Friedrich-Ebert-Stiftung Ecuador FES-ILDIS, Editorial Abya-Yala.

Moreano Venegas, M., Lang, M., & Ruales Jurado, G. (2021). *Perspectivas de justicia climática desde los feminismos latinoamericanos y otros sures*. Fundación Rosa Luxemburg Oficina Región Andina.

Myers, N., Mittermeier, R. A., G., M. C., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(February), pp. 853–858.



Nasiritousi, N., Buylova, A., Fridahl, M., & Reischl, G. (2024). Making the UNFCCC fit for purpose: A research agenda on vested interests and green spiralling. *Global Policy*, 15(2), pp. 487–494. doi:10.1111/1758-5899.13356.

Newell, P., Srivastava, S., Naess, L. O., Torres Contreras, G. A., & Price, R. (2021). Toward transformative climate justice: An emerging research agenda. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(6). doi:10.1002/WCC.733.

Obi, E. O., & Osang, J. E. (2015). Thermal Effects of Gas Flaring Activities in Ogba-Egbema-Ndomi Community, Rivers State, Nigeria. *International Journal of Energy and Environmental Research*, 3(3), pp. 1–11. Available at: <https://www.eajournals.org/journals/international-journal-of-energy-and-environmental-research-ijeer/vol-3-issue-3-december-2015/thermal-effect-of-gas-flaring-activities-in-ogba-egbema-ndomi-community-rivers-state-nigeria/> (Accessed: 15 November 2025).

Onuoma, O. J., Alex, O. I., Olawale, O. O., & Adekanmi, A. A. (2015). The Environmental Implication of Gas Flaring in Sapele Community of Delta State, Nigeria. *International Journal of Oil, Gas and Coal Engineering*, 3(5), p. 60. doi:10.11648/j.ogce.20150305.11.

Ortiz, D., Calderón, D., Viloria, A., & Ricaurte, M. (2023). A Techno-Economic Analysis of Natural Gas Valuation in the Amazon Region to Increase the Liquefied Petroleum Gas (LPG) Production in Ecuador. *Resources* 2023, Vol. 12, Page 91, 12(8), 91. <https://doi.org/10.3390/RESOURCES12080091>

Ozabor, F., & Obisesan, A. (2015). Gas Flaring: Impacts on Temperature, Agriculture and the People of Ebedei in Delta State Nigeria. *Journal of Sustainable Society*, 4(2), pp. 5–12. doi:10.11634/216825851504752.

Pappalardo, S. E., de Marchi, M., & Ferrarese, F. (2013). Uncontacted Waorani in the Yasuní Biosphere Reserve: Geographical Validation of the Zona Intangible Tagaeri Taromenane (ZITT). *PLoS ONE*, 8(6), p. e66293. doi:10.1371/journal.pone.0066293.

People's Summit for a Fossil Free Future (2026a) People's Declaration For A Rapid, Equitable, And Just Transition For A Fossil-Free Future. Santa Marta. Available at: <https://fossilfreerising.org/> (Accessed: 15 July 2026)

People's Summit for a Fossil Fuel Free Future. (2026b). Santa Marta Conference: Analysis of Final Report from People's Summit for a Fossil Fuel Free Future. Available at: <https://static1.squarespace.com/static/64864840337b9960da8264ee/t/6a56dc169c96ec68c28f7892/1784077334165/Santa+Marta+Report+Reactive+%E2%80%93+C2%A0People%27s+Summit.pdf>

Petroecuador. (2025). Apagado progresivo de Mecheros. Available at: <https://www.eppetroecuador.ec/?p=22429> (Accessed: 15 November 2025).

Science Panel for the Amazon. (2021). Amazon Assessment Report Edited by C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F. H. Roca Alcazar, M. Bustamante, C. Mena, M. Peña-Claros, G. Poveda, J. P. Rodriguez, S. Saleska, S. Trumbore, A. L. Val, L. Villa Nova, R. Abramovay, A. Alencar, A. C. R. Alzza, D. Armenteras, P. Artaxo, S. Athayde, ... G. Zapata. United Nations Sustainable Development Solutions Network.

Schlosberg, D., & Collins, L. B. (2014). From environmental to climate justice: Climate change and the discourse of environmental justice. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 5(3), pp. 359–374. doi:10.1002/wcc.275.



Secretaría de Gestión y Desarrollo de Pueblos y Nacionalidades. (2022). Análisis de indicadores de la Región Amazónica del Ecuador con enfoque en Pueblos y Nacionalidades. Available at: <https://www.secretariapueblosynacionalidades.gob.ec/wp-content/uploads/2023/12/Indicadores-Amazonia-2023-Pueblos-y-Nacionalidades.pdf> (Accessed: 15 November 2025).

Seymour, S. P., Aylward, B., Galvin, K. P., Kang, M., & Xie, D. (2025). Gas Flaring Is Likely Underestimated by Satellites due to Undetected Small Flares. *Environmental Science & Technology*, 59. doi:10.1021/ACS.EST.5C03928.

Stockholm Environment Institute, Climate Analytics, E3G, International Institute for Sustainable Development, and United Nations Environment Programme. (2023). The Production Gap: Phasing down or phasing up? Top fossil fuel producers plan even more extraction despite climate promises. <https://doi.org/10.51414/sei2023.050>

Sultana, F. (2022). Critical climate justice. *The Geographical Journal*, 188(1), pp. 118–124. doi:10.1111/GEOJ.12417.

Swing, K. (2011). Day of reckoning for Ecuador ' s biodiversity. *Nature*, 469(267), pp. 2011–2011. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Kelly_Swing/publication/49768588_Day_of_reckoning_for_Ecuador's_biodiversity/links/558ad36708aee99ca9ca313e.pdf (Accessed: 15 November 2025).

Temper, L., Avila, S., Bene, D. del, Gobby, J., Kosoy, N., Billon, P. le, Martinez-Alier, J., Perkins, P., Roy, B., Scheidel, A., & Walter, M. (2020). Movements shaping climate futures: A systematic mapping of protests against fossil fuel and low-carbon energy projects. *Environmental Research Letters*, 15(12), p. 123004. doi:10.1088/1748-9326/ABC197.

Temper, L., Yáñez, I., Sharife, K., Godwin, O., Martinez-Alier, J., Combes, M., Cornelissen, K., Lerkelund, H., Louw, M., Martínez, E., Minnaar, J., Molina, P., Murcia, D., Ojo, G., Oriola, T., Osuoka, A., Pérez, M. M., Roa Avendaño, T., Urkidi, L., & Wykes, S. (2013). Towards a Post-Oil Civilization-ejolt report no. 6 Towards a Post-Oil Civilization Yasunization and other initiatives to leave fossil fuels in the soil. Available at: <https://www.foresightfordevelopment.org/sobipro/55/898-towards-a-post-oil-civilization-yasunization-and-other-initiatives-to-leave-fossil-fuels-in-the-soil> (Accessed: 15 November 2025).

UDAPT. (2019). Apaguen los mecheros, Enciendan la vida. Available at: <http://www.udapt.org/en/apaguen-los-mecheros-enciendan-la-vida/> (Accessed: 15 November 2025).

United Nations Environment Programme. (2025). Global Methane Status Report. Available at: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/48921> (Accessed: 4 September 2026)

Uyigue, L., & Enujekwu, M. (2017). Physicochemical Analysis of Gas Flaring Impact on the Environment of Host Communities in the Niger-delta. *Journal of Environment Pollution and Human Health*, Vol. 5, 2017, Pages 22-29, 5(1), pp. 22–29. doi:10.12691/JEPHH-5-1-4.

Welsby, D., Price, J., Pye, S., & Ekins, P. (2021). Unextractable fossil fuels in a 1.5 °C world. *Nature*, 597(7875), 230–234. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03821-8>

World Bank. (2013). Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR). Available at: <http://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction> (Accessed: 15 November 2025).



UNIVERSITÀ DI PADOVA
Dipartimento
di Ingegneria Civile,
Edile e Ambientale - ICEA



**Just
Fossil Fuel
Transitions**
Jean Monnet Centre of Excellence



Associazione
GIShub

World Bank. (2015). Zero Routine Flaring by 2030. Available at:
<http://www.worldbank.org/en/programs/zero-routine-flaring-by-2030> (Accessed: 15 November 2025).

World Bank. (2026). Global Gas Flaring Data. Available at:
<https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/global-flaring-data> (Accessed: 15 July 2026).

World Forum for Food Sovereignty. (2007). Declaration of Nyeleni. Available at: <https://nyeleni.org/> (Accessed: 15 November 2025).

World People's Conference on Climate Change and the Defense of Life. (2015). Declaración de la conferencia mundial de los pueblos sobre el Cambio Climático y defensa de la vida. Available at: <https://cancilleria.gob.bo/mre/2015/10/12/9105/> (Accessed: 15 November 2025).

World People's Conference on Climate Change and the Rights of Mother Earth. (2010). Universal Declaration of the Rights of Mother Earth. Available at: www.rightsofnaturetribunal.org (Accessed: 15 November 2025).

Zhizhin, M., Elvidge, C. D., Sparks, T., Ghosh, T., Bazilian, M., & Hsu, F. C. (2025). An Improved Calibration for Satellite Estimation of Flared Gas Volumes from VIIRS Nighttime Data. *Energies*, 18(17). doi:10.3390/en18174765.

Zhizhin, M., Elvidge, C. D., Ghosh, T., Gleason, G., & Bazilian, M. (2026). VIIRS Nightfire Super-Resolution Method for Multiyear Cataloging of Natural Gas Flaring Sites: 2012-2025. *Remote Sensing* 2026, Vol. 18, 18(2), 314. <https://doi.org/10.3390/rs18020314>