

Estimación de beneficios ambientales por la reducción de emisiones en fuentes móviles fuera de carretera (FMFC) en Bogotá



Luis Adolfo González Páez, Jorge E. Pachón
Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle, Bogotá D.C.
Email: lugonzalez61@unisalle.edu.co



Introducción

- En los inventarios de emisiones de fuentes móviles no se suelen incluir las fuentes fuera de carretera.
- Primer inventario de emisiones FMFC en Colombia fue publicado en 2022.
- Resolución 762 de 2022 incluye por primera vez regulación de emisiones para FMFC.
- La maquinaria de construcción es responsable del 22 % de las emisiones de PM_{2.5} provenientes de fuentes móviles en Bogotá (SDA, 2024).
- La construcción en Bogotá creció un 10,4% en el segundo trimestre de 2024 en comparación con el mismo trimestre del año anterior.
- Las emisiones del diésel han sido consideradas como cancerígenas.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: A partir de MADS (2022)

Metodología

Fase 1: Asignación de la maquinaria y cálculo de escenario base de emisiones

Fase 2: Definición de estrategias y estimación de beneficios por aplicación de las mismas

Fase 3: Analisis de resultados y elaboración de propuesta de eficiencia energetica y reducción de emisiones de FMFC

Figura No 1. Fase de la investigación

Para llevar a cabo la **primera fase** de la investigación, se toma la base el inventario de equipos realizado por **CALAC+** en el año 2020.



Fuente: A partir de CALAC+(2025)

Sobre la herramienta **CALMAQ+**, fue de gran utilizad pues permitió hacer el calculo de consumo energético y consumo energético.

En la **segunda fase**, se revisaron estrategias de reducción de emisiones propuestas por el **Center for Low Emission Construction (CLEC)** de Londres



Fuente: A partir de CLEC (2025)

Resultados

El **escenario base** de consumo energético y las emisiones contaminantes de la flota de FMFC en Colombia.

Asignación del consumo energético y emisiones contaminantes de las FMFC de la ciudad de Bogotá

Emisiones contaminantes FMFC		
	Nacional (Ton/año)	Bogota (Ton/año)
Hidrocarburos (HC)	5625	956
Monóxido de Carbono (CO)	30834	5242
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	25772	4381
Material Particulado (PM10)	2408	409
Material Particulado (PM2.5)	2336	397
Carbono Negro (BC)	1445	246
Dióxido de Carbono (CO2)	2201063	374181
Dióxido de Azufre (SO2)	20	3
BSFC	692801	117776
Consumo energetico FMFC		
	Nacional (año)	Bogota (año)
Consumo de diésel [gal]	213806893	36347172
Energía consumida [MWh]	8434658	1433892
Trabajo realizado [MWh]	2949012	501332

Tabla No 1. Emisiones contaminantes y consumo energético FMFC

Revisión de experiencias internacionales

London Low Emission Construction Partnership (LLECP):

Inlcuye estrategias en la maquinaria como filtros partículas de diesel (DPF), combustibles alternativos (aceite vegetal hidrotratado), entre otros.



Estudios de Caso del CLEC: en estos casos se estudiaron el uso de generadores de gas licuado de petróleo (GLP), uso de tecnologías de retrofit y sistemas portátiles de medición de emisiones (PEMS) entro otros.



Fuente: A partir de CALAC+(2025)



La ciudad de Oslo en **Noruega** es reconocida como la más avanzada en el mundo en sitios de construcción de cero emisiones y electrificación de maquinaria.



Fuente: A partir de CALAC+(2025)

En **Latinoamérica** en **Chile** el programa Piloto de Filtros DPF, llevado a cabo por diferentes entidades publicas de Chile en apoyo de CALAC+, importantes efectos reduciendo hasta el 99% del material particulado.

Escenario base de emisiones y consumo energético

- 92% de la maquinaria de construction en el pais tiene un estandar Tier 2 o menor.
- En el sector de la construcción mas del 50% de los equipos tienen mas de 20 años.

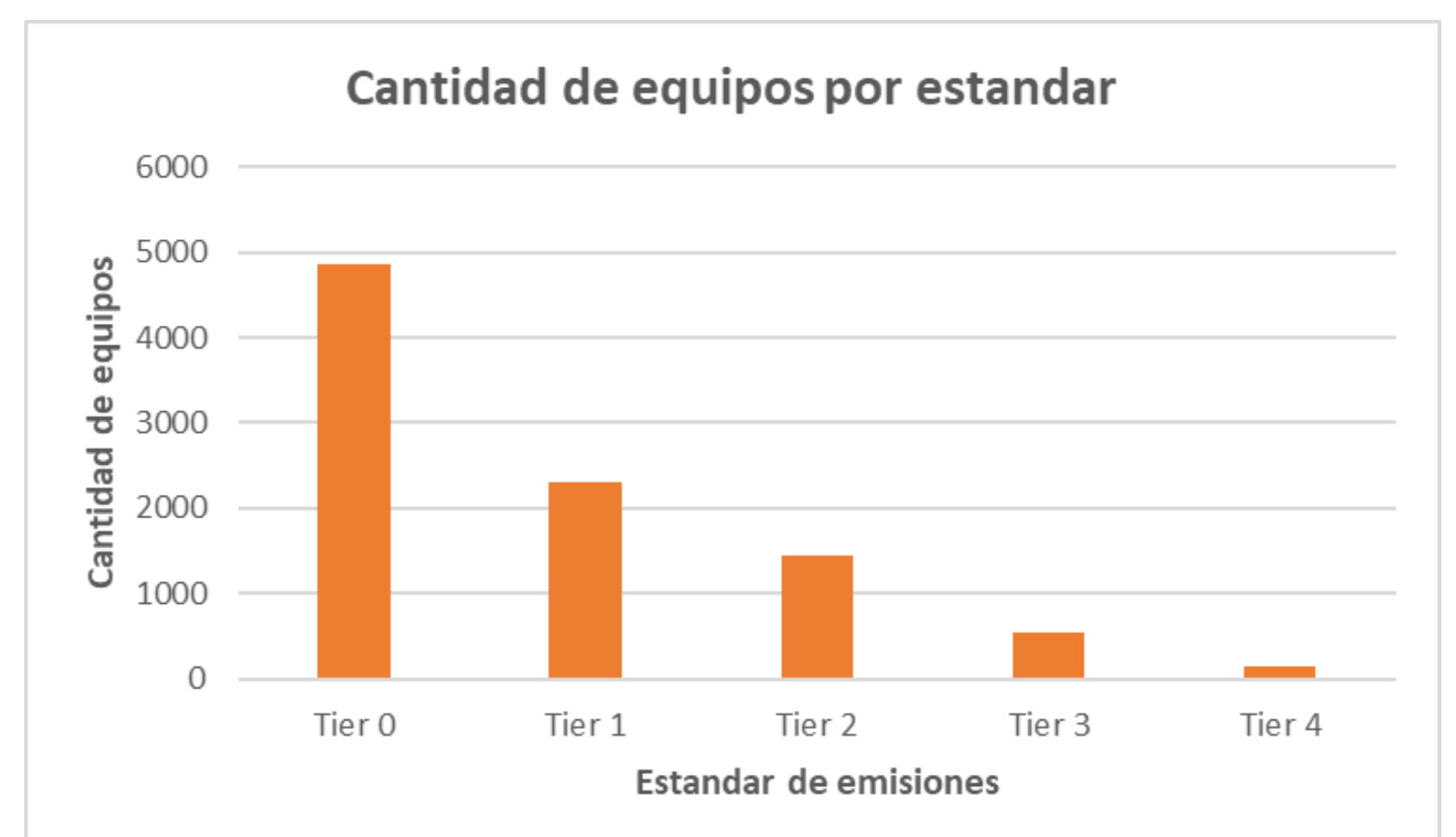


Figura No 2. Estandar de emisiones FMFC Construcción

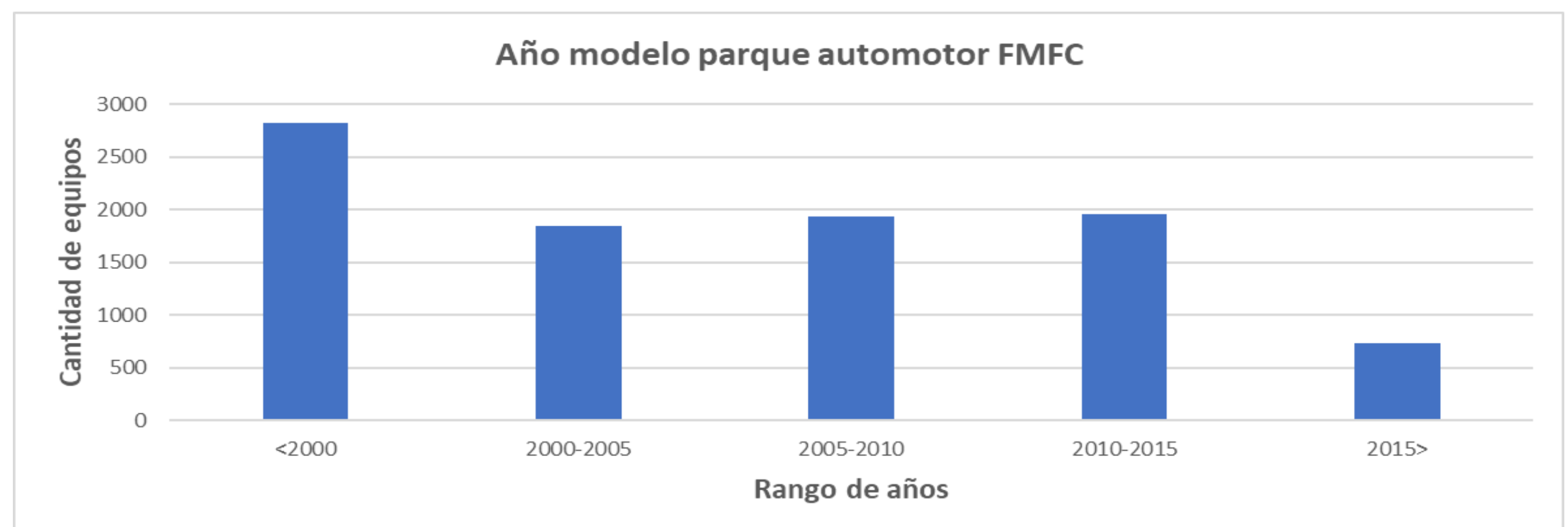


Figura No 3. Año modelo FMFC Construcción

Implicaciones

- Soporte a políticas públicas: Se brinda insumos o soportes técnicos para futuras políticas de reducción de emisiones y eficiencia energética en maquinaria fuera de carretera.
- Beneficios en salud: Como consecuencia de la reducción de emisiones se verán reflejadas importantes mejoras en calidad del aire y salud pública en Bogotá.
- Eficiencia en sectores claves de la económica: Se promueve la toma de decisiones costo-efectivas en construcción y otros sectores con una alta tasa de emisiones contaminantes y consumo energético.

Referencias

