



Entregable 4 Ejecución Piloto

Selección #CO-T1501-P003

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Preparado para:



Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Documento elaborado por:

HINICIO

Carrera 12a #78-40

Oficina 04 101

Bogotá, Colombia

Punto de contacto

Patrick Maio

CEO

+54 911 3646 3219

<mailto:patrick.maio@hinicio.com>

Pilar Henríquez

Senior Consultant

+56 9 7989 7504

pilar.henriquez@hinicio.com

2022

CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	6
1.1	OBJETIVO DEL PRESENTE DOCUMENTO	7
1.2	PRINCIPALES ACTIVIDADES DESARROLLADAS	7
2	ACOMPAÑAMIENTO PROCURA	9
2.1	ENTIDADES PÚBLICAS PARTICIPANTES	9
2.2	BRECHAS IDENTIFICADAS	11
3	PLAN DE MONITOREO Y RESULTADOS	13
3.1	PLAN DE MONITOREO	13
3.2	¿QUÉ HACER CON LAS MEDICIONES?	18
3.3	MONITOREO REALIZADO A DNP	20
3.3.1	COMPOSICIÓN DE LA FLOTA BASE DEL DNP	21
3.3.2	IDENTIFICACIÓN DE ACTORES	21
3.3.3	IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA MRV DENTRO DEL DNP	24
3.3.4	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DNP	31
4	HOJA DE RUTA	53
4.1	DIAGNÓSTICO	53
4.2	VISIÓN, METAS Y TIEMPOS DE LA HOJA DE RUTA	59
4.3	INICIATIVAS, ACCIONES Y RECURSOS DE LA HOJA DE RUTA	60
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1	TIECONCLUSIONES ESPECÍFICAS	74
5.2	RECOMENDACIONES	75
6	BIBLIOGRAFÍA	77
7	ANEXOS	78
7.1	BITÁCORA PROCURA	78
7.2	GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ADOPCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN FLOTAS PÚBLICAS DE ORDEN	

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

NACIONAL Y TERRITORIAL	78
7.3 EJEMPLO EN USO DE HERRAMIENTA PARA LA SUSTITUCIÓN VEHICULAR	78
7.4 LISTADO DE ENTIDADES DE LA FASE A DEL PROYECTO PILOTO.....	78
7.5 FORMATOS PLAN DE MONITOREO	78
7.6 TALLER DE DIFUSIÓN	78

Tabla de Abreviaturas

BEV	Battery Electric Vehicle (Vehículo eléctrico a batería)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAPEX	capital expenditure (Inversiones en bienes de capital, gastos en capital)
CCE	Colombia Compra Eficiente
CO	Monóxido de Carbono
CO₂	Dióxido de carbono
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
CTP	Costo Total de Propiedad
DNP	Departamento Nacional de Planeación
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNV	Gas Natural Vehicular
HdR	Hoja de Ruta
HEV	Hybrid Electric Vehicle (Vehículo híbrido eléctrico)
ICE	Internal Combustion Engine (Vehículo a combustión interna)
LHV	Low Heat Value (Poder calorífico)
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MINCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
MRV	Medición Reporte y Verificación
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
NM VOC	Compuestos orgánicos volátiles distintos al metano
NOx	Óxidos de nitrógeno
OPEX	Operational expenditures (Costo permanente para el funcionamiento de un producto, negocio o sistema)
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Vehículo híbrido eléctrico enchufable)
PM2.5	Material particulado respirable de 2.5 micras
SO2	Dióxido de azufre
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
VEs	Vehículos Eléctricos (Vehículos de cero y bajas emisiones)

1 INTRODUCCIÓN

Colombia viene promoviendo la **adopción de vehículos eléctricos como parte de su transición hacia la movilidad sostenible y reducción de sus emisiones** de gases de efecto invernadero, bajo el contexto donde el gobierno colombiano ha iniciado una agenda regulatoria que parte desde la firma del compromiso de **reducir sus emisiones de GEI en un 51 % respecto a las proyectadas en 2030**, lo anterior, según la actualización más reciente de las NDC (Contribuciones determinadas a Nivel Nacional) (Colombia, Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), 2020), las cuales nacen a partir de la expedición de la Ley 1844 de 2017 (Colombia, Ley 1844 de 2017, 2017) donde se aprueba el Acuerdo de París por parte del gobierno colombiano.

Coherente con los compromisos acordados en el Acuerdo de París, el **Plan Nacional de Desarrollo (PND), impulsa el uso de las energías renovables no convencionales**, como también, la eficiencia energética en el sector transporte. Bajo estos lineamientos, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, promueve particularmente la electrificación del sector transporte, debido especialmente a las contribuciones de este sector en cuando al alto consumo de combustibles fósiles, y su respectiva contribución a la contaminación por parte de los GEI (12.5 %) (IDEAM, Tercer Informe Bienal de Actualización de Cambio Climático de Colombia.).

Adicionalmente, la Ley 1964 muestra claramente la intención del gobierno colombiano para **promover el uso de los vehículos eléctricos en este país**, y particularmente, propone metas específicas en el sector público, especificando en el artículo 8 de esta Ley, que al 2025 el Gobierno Nacional en su conjunto, los municipios de categoría 1 y Especial exceptuando los de Tumaco y Buenaventura y los prestadores del servicio público de transporte, deberán cumplir con una **cuota mínima del 30 % de vehículos eléctricos en los vehículos que anualmente sean comprados o contratados para su uso**, teniendo en cuenta las necesidades de cada entidad para el caso del Gobierno y la infraestructura con que cuenten.

Bajo este contexto, la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) junto con el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) pusieron en marcha un **Programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones** y cuyo **principal objetivo** es estructurar un programa piloto que permita definir un procedimiento para la adquisición de vehículos cero y bajas emisiones para las **entidades de orden nacional y territorial**, bajo un criterio de **eficiencia económica y racionalidad del gasto**.

Como parte de este programa, se realizó un análisis de gobernanza donde se mapearon las entidades que participarían en el programa, como también acercamientos preliminares con las mismas (2020 y 2021). Entre otras actividades del programa en mención, se identificaron las condiciones generales de los vehículos de las diferentes entidades y se elaboró una herramienta que ayuda a tomar decisiones respecto al cambio tecnológico de las flotas previamente identificadas y de manera

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

costo-efectiva, se sugiere el cambio tecnológico por aquellos vehículos de cero y bajas emisiones que permitan continuar con la operación de cada entidad.

1.1 Objetivo del presente documento

El presente documento constituye al cuarto entregable de la cooperación técnica antes mencionada y cuyo **objetivo** es dar curso a la **implementación del piloto de electromovilidad** con aquellas entidades públicas de orden nacional y territorial que participaron de las actividades enmarcadas en los entregables anteriores de la presente consultoría y que lograron presupuesto para el recambio de flota durante el 2021.

Como objetivos específicos, se señalan los siguientes:

- ➔ Acompañar la adquisición de los vehículos en el marco de los lineamientos del piloto con las entidades identificadas del paquete de trabajo 3.
- ➔ Adelantar el levantamiento, la consolidación y el análisis de la información para el seguimiento del piloto
- ➔ Realizar la evaluación del cumplimiento de los potenciales de ahorro, la ejecución de los recursos, los beneficios y las acciones de mejora identificadas
- ➔ Retroalimentar el modelo diseñado con las experiencias adquiridas en la ejecución del piloto
- ➔ Diseñar y desarrollar la guía metodológica para el remplazo de la flota de las instituciones públicas, incluyendo el modelo desarrollado
- ➔ Plantear una hoja de ruta con recomendaciones y pasos a seguir a partir de los aprendizajes obtenidos durante la ejecución del piloto

1.2 Principales actividades desarrolladas

Para dar cumplimiento a los objetivos del paquete de trabajo 4 (PT4), se desarrollaron cuatro ejes de trabajo: i) Compra y monitoreo, ii) herramienta, iii) difusión y iv) Hoja de Ruta. En la Figura 1.1 se resumen los alcances de cada eje y sus principales actividades involucradas.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones



Figura 1.1 Diagrama de ejes de trabajo ejecutados durante el PT4 – Implementación del Piloto de vehículos de cero y bajas emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la Figura 1.1, el capítulo 2 desarrolla el Eje 1, en particular para las actividades de acompañamiento en la compra de los vehículos de cero y bajas emisiones. En el caso del capítulo 3 se describe tanto el Eje 1 y el Eje 2 para el plan de monitoreo y el ajuste de la herramienta, respectivamente. El Eje 3 contempló dos principales actividades de difusión, donde la guía metodológica se presenta en el **Anexo 7.2**¹, mientras que el desarrollo del taller final de difusión se presenta el detalle en el **Anexo 7.5**. Finalmente, el Eje 4 de trabajo presenta la Hoja de Ruta en el capítulo 4.

¹ La Guía Metodológica corresponde a un documento independiente y auto contenido, por eso se presenta como Anexo 7.2

2 ACOMPAÑAMIENTO PROCURA

Esta actividad contempló dar apoyo técnico a todas aquellas entidades que, luego de haber sido capacitadas en el uso de la herramienta desarrollada en el estudio², informaron a la contraparte del proyecto que tomarían la decisión de adquirir vehículos eléctricos. Luego, aquellas entidades que adquirieran sus VEs serían posteriormente monitoreadas por el equipo consultor para cuantificar los impactos asociados a la transición energética, tal cual se describe en el capítulo 3.

2.1 Entidades públicas participantes

Durante los meses de junio a noviembre del 2021, el equipo consultor trabajó en dar apoyo a las entidades que se resumen en la Tabla 1. Si bien el proyecto tuvo una buena participación en las etapas previas (más de 12 entidades), la instancia de compra tuvo únicamente la declaración de MADS y MINCIT por proceder a esta etapa, logrando únicamente MADS el adquirir vehículos eléctricos a baterías (BEV).

Tabla 1 Resumen de entidades y proceso de acompañamiento de procura³

Entidad	VEs a adquirir	Resultados del Proceso
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	1 BEV, 1 HEV	<ul style="list-style-type: none"> MADS finalmente compra 2 BEVs (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) Los plazos de entrega no coincidieron con los plazos del estudio para ser monitoreados No se compra un vehículo híbrido porque no había disponibilidad en dos eventos generados dentro de la Plataforma Colombia Compra Eficiente. Sin embargo, esto se transformó en una oportunidad para hacer el salto a tecnologías cero emisiones, dado que la operación podría ajustarse a un vehículo con autonomías de menos de 400 km Los fondos ejecutados implicaron que dentro de la entidad tuviera que reasignar partidas presupuestarias del 2021 (presentadas y aprobadas en 2020)
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT)	BEV, sin indicar cuántos	<ul style="list-style-type: none"> MINCIT tuvo cambio de ministro y de su gabinete y por tanto toda una reestructuración interna. La validación que tuvieron con su autoridad central previa no tuvo respaldo y se decide detener el proceso de adquisición de VEs.

² Estas actividades fueron ejecutadas y reportadas en el entregable 3

³ En el Anexo 7.1 se presenta la bitácora de procura con trazabilidad de las gestiones hechas tanto para MADS como MINCIT.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones



Figura 2.1 Modelos BEVs comprados por MADS durante la etapa de acompañamiento de procura.

Fuente: BYD.

En paralelo, el equipo consultor trabajó con otras entidades públicas que fueron conociendo del proyecto y de la existencia de la herramienta de planificación para la electrificación de la flota. En particular, se realizaron reuniones extraordinarias con las siguientes entidades:

- **Departamento Nacional de Planeación (DNP).** Entidad que había iniciado su renovación de flotas optando por tecnologías híbridas (HEVs). Dado que no estaban realizando seguimiento a la flota de HEVs, dada las gestiones de la contraparte por dar a conocer el estudio, existió interés de DNP por poner a disposición del estudio 8 de sus HEVs. Esta campaña que se realizó desde septiembre 2021 y se reportan los resultados en el capítulo 3 del presente informe.
- **ECOPETROL.** Otra entidad referente en Colombia por su transición a la electromovilidad. Si bien esta entidad llevaba un exhaustivo proceso de seguimiento de la operación de la flota, y por tanto no participó de las actividades del monitoreo, se rescata cómo esta entidad ha ido planificando y ejecutando la renovación con base a información, mensajes claves que se dan también en el marco de este estudio (ver capítulo 3). En particular, Ecopetrol comenta los siguientes puntos de interés:
 - **Diagnóstico,** donde Ecopetrol mapea toda su flota y sus patrones de uso, identificando una gran cantidad de vehículos con muy poco uso, y por tanto puntos de ineficiencia y mayores gastos.
 - **Acciones,** donde se reduce la flota y se planifican organizadamente los usos que se darán a los vehículos para darles mayor uso
 - **Oportunidades de electrificar,** donde ven qué recorridos y operaciones son factibles de electrificar con la oferta disponible en Colombia
 - **Seguimiento,** ejecución de monitoreo de la flota e indicadores para controlar eficiencias y poder validar los resultados de ahorros, beneficios ambientales y económicos.
- **Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC),** se les brindó apoyo para evaluar distintos escenarios de compra de vehículos (HEV y BEV) a través de reuniones y también mediante comunicaciones por correo.
- **Alcaldía de Bogotá,** con quienes se realizó una sesión para mostrar el uso de la herramienta a la hora de evaluar potenciales recambios de la flota de la alcaldía.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Al término de esta actividad, y considerando poder contar con flotas eléctricas o híbridas operando para la ejecución de las actividades de monitoreo (capítulo 3), el equipo consultor pudo diseñar una campaña de monitoreo para la flota del DNP con 8 vehículos híbridos que habían sido adquiridos en el 2020. La flota de BEVs adquiridos por MADS no lograron ser entregados por los proveedores a dicha entidad y por tanto no se logró implementar el monitoreo respectivo.



Figura 2.2 Vehículo HEV, modelo Toyota Corolla Hybrid, perteneciente a la flota monitoreada del DNP.

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Brechas identificadas

El proceso de procura para la adquisición de VEs tuvo un impacto menor al esperado originalmente por el proyecto. En este sentido, las principales brechas detectadas se listan a continuación:

- **Contexto económico nacional y llamado a la austeridad.** La crisis sanitaria COVID-19 generó un receso económico en todas las economías del mundo. En el caso de Colombia, el llamado a la austeridad del sector público fue muy incidente en cómo los equipos técnicos tuvieron inconvenientes para lograr las aprobaciones internas en la adquisición de VEs. Sin mayores señalamientos, la voluntad de adquirir y renovar la flota por parte de diferentes entidades entró en conflicto por causa de las medidas de austeridad que caracterizó el período en que el gobierno colombiano enfrentó la crisis del COVID 19, incluso considerando las metas de electromovilidad que deben ser logradas por entidades públicas acorde a la Ley 1964 de 2019.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

- **Evaluación de proyectos de electromovilidad.** Otra brecha identificada durante esta actividad tuvo relación en cómo los equipos técnicos encargados de hacer la evaluación económica y ambiental para la electrificación de vehículos se encontraron con obstáculos a nivel interno (otras áreas dentro de la entidad, autoridades, entre otros) por la no comprensión de los costos totales de propiedad versus solo los costos de inversión de un VE. Finalmente, quienes podían aprobar la compra de VEs no lo hacían porque implicaba un sobre costo en la inversión y ese no era el lineamiento de austeridad que debían seguir. Sin embargo, no había espacio para mostrar que los costos a lo largo de la vida útil eran mayores para un vehículo a combustión que un VE, además de todas las externalidades negativas que se generan por las emisiones.
- **Plazos para la compra versus presupuesto disponible.** Dado que los presupuestos públicos se presentan y aprueban con 1 año de anticipación, existió dificultad por las entidades de viabilizar la adquisición de flotas en el 2021. La única vía era la reasignación presupuestaria, que requiere de una serie de esfuerzos administrativos que no todas las entidades tienen la capacidad de hacer. En el caso de MADS si se logró comprar dentro del 2021 mediante reasignación presupuestaria.
- **Poca oferta de vehículos eléctricos en convenio marco.** Los VEs suscritos a convenio marco y donde las entidades públicas pueden realizar procesos abreviados de compra son menores que los que existen en el mercado colombiano. Esto limita las opciones de la adopción tecnológica de forma ágil, dificultando el poder avanzar al cumplimiento de la meta de 30% de la flota eléctrica al 2025.
- **Plataforma Colombia Compra Eficiente poco adaptada para la electromovilidad.** Por este portal digital las entidades públicas generan los eventos de compra abreviados y, en el caso apoyado de MADS, se observó que la plataforma requiere de **ajustes técnicos que vayan en línea a las necesidades de la movilidad eléctrica**. Entre ellos, se requieren mejores criterios de segmentación de vehículos (capacidad de pasajeros, autonomías, capacidad de carga, otros), es decir, una serie de filtros que luego arrojen los vehículos eléctricos que deberá salir a ofertar la entidad pública. Otro punto importante es poder actualizar los modelos conforme a la dinámica comercial nacional, con mayor frecuencia (ojalá 3 veces por año). Finalmente, será importante generar mecanismos que validen que la oferta que se arroja ante la consulta de una entidad pública efectivamente tenga stock, pues en caso contrario se gasta tiempo en procesos que se declararán desierto, con el potencial resultado de no poder ejecutar fondos públicos que se saben deben ser ejecutados en el año de aprobación.

3 PLAN DE MONITOREO Y RESULTADOS

Una vez que los vehículos de cero y/o bajas emisiones hayan sido adquiridos por las diferentes entidades de orden nacional y territorial, es preciso considerar la implementación de un sistema de **(MRV)** que permita hacer seguimiento en la operación de la flota adquirida con registro de **datos reales**, implementar buenas prácticas para la gestión de esta nueva flota, y en consecuencia poder lograr los **beneficios ambientales, económicos y energéticos esperados**.

El sistema MRV consiste en una secuencia de actividades que se enfocan en medir, analizar y cuantificar indicadores relevantes en la adopción de, en este caso, los vehículos de cero y bajas emisiones. El MRV permitirá la obtención de resultados **cuantitativos y objetivos del cambio tecnológico** que supone la electrificación del transporte (consumos energéticos, emisiones, costos de operación y mantenimiento, entre otros).

3.1 Plan de monitoreo

Antes de entrar en detalle acerca de la implementación de un sistema MRV, vale la pena recordar el por qué es tan importante medir y monitorear, pues, es habitual que dentro de las entidades no se tenga una cultura organizacional en torno a los datos que permitirán objetivamente adoptar y escalar nuevas tecnologías como los vehículos eléctricos (VEs). De manera resumida, los fundamentos para implementar un plan de monitoreo son los siguientes:

¿Por qué es importante medir?

- ▶ Para conocer los parámetros de interés y así, conocer el comportamiento real operacional una vez implementada una iniciativa, en este caso los VEs.
- ▶ Para tomar decisiones basadas en evidencias objetivas, eliminando cualquier opinión que pudiese desviar la atención o la toma de decisiones.
- ▶ Los datos eliminan cualquier opinión, permiten trazabilidad.

¿Cómo medir?

- ▶ Se debe medir sistematizadamente, entendiendo esto como la estandarización en la recolección, almacenamiento y análisis de los datos.
- ▶ Las mediciones deben recurrir a los equipos o técnicas adecuados dependiendo el indicador/variable a medir.

¿Qué medir?

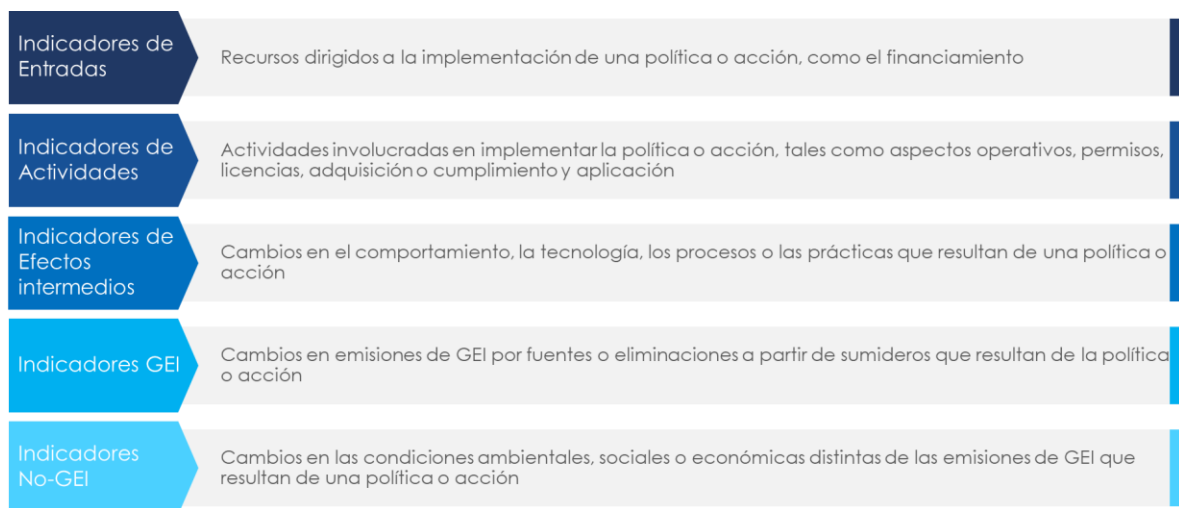
- ▶ Se recomiendan indicadores de entrada, indicadores de actividades, indicadores de efectos intermedios, indicadores de efectos en los gases de efecto invernadero (GEI), indicadores de efectos que no se relacionan con GEI (no-GEI) (ver Figura 3.1), otros.

El sistema MRV, permitirá además a los usuarios finales (en este caso conductores de los VEs) concientizarse de las prestaciones técnico/económicas, como también ambientales, que ofrece esta tecnología.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 3.1 - Descripción de los tipos de indicadores del sistema MRV.



Fuente: Elaboración propia.

El proceso de monitoreo, reporte y verificación consta principalmente de tres importantes actividades: (ver [Figura 3.2](#))

- 1. Actividad de medición:** aquí es donde se definen cuáles serán los indicadores que una entidad escogerá para dar seguimiento objetivo a la adopción de su proyecto. En particular, para proyectos que buscan reducir las emisiones de CO₂, se recomienda seguir las directrices de la **“Guía del Estándar de Política y Acción”** del World Resources Institute (WRI) (World Resource Institute, 2014) donde los indicadores se dividen en cinco grupos (ver [Figura 3.1](#)). Es importante mencionar que una entidad podría requerir otros indicadores muy específicos de la organización que se pueden agregar como un grupo adicional. Por otra parte, no todos los indicadores se miden directamente, sino que algunos se estiman de otras variables o pueden cuantificarse con información propia de la entidad. Lo relevante de este paso es dejar claro cómo se dará seguimiento (KPIs) al proyecto de electromovilidad para una determinada entidad para definir luego los recursos y procesos que permitan la captura de los datos y/o procesamiento de estos.

Considerando un esquema general para la implementación de un sistema MRV en la adopción de vehículos de cero y bajas emisiones, se sugiere como indicadores los enlistados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Es importante señalar que estos indicadores son sugeridos pero que cada entidad podrá incluir los indicadores que le resulten relevantes (por ejemplo, temas de género, accidentes, entre otros.). Otro punto para destacar es que parte de estos indicadores se estiman de una misma variable medida, por ejemplo, los kilómetros recorridos permiten estimar las emisiones evitadas de un vehículo a combustión equivalente (no es que se midan las emisiones directamente).

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 2 - Indicadores sugeridos para el sistema MRV en la adopción de vehículos de cero y bajas emisiones.

Tipo de Indicador	Indicador	Unidades
Actividad	Número de vehículos tipo BEV operando.	#Vehículos
	Número de vehículos tipo HEV operando.	#Vehículos
	Número de vehículos tipo PHEV operando.	#Vehículos
	Número de cargadores habilitados.	#Cargadores
	Recorrido promedio anual de los vehículos por tecnología (BEV, HEV, PHEV).	km/año vehículo
Efecto intermedio	Energía eléctrica consumida por vehículos BEV o PHEV.	kWh/año-vehículo
	Combustible consumido por vehículos HEV o PHEV.	Litro/año-vehículo también puede ser medido en galones/año-vehículo
	Autonomía de operación por tecnología.	km/vehículo
	Tiempo de carga de vehículos eléctricos.	h/kWh vehículo
GEI	Toneladas de CO _{2eq} por año disminuidos. ⁴	tCO ₂ /año vehículo
no-GEI (Gases contaminantes que no necesariamente aportan al calentamiento global, pero si afectan la calidad del aire) ⁵	Toneladas de contaminantes locales NOX por año disminuidos.	tNOX/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales MP por año disminuidos.	tMP2.5/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales CO por año disminuidos.	tCO/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales SOx por año disminuidos.	tSOx/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales NMVOC por año disminuidos	tNMVOC/año/vehículo
Mantenimiento	Costo de mantenimiento disminuido por reemplazo a vehículos eléctricos.	COP/año vehículo

Fuente: Elaboración propia.

- Actividad de reporte:** se recolectan los datos para cada indicador los cuales serán posteriormente procesados y analizados por los responsables de esta actividad. Los reportes deben ser sintéticos e incluir los resultados clave que permitan identificar fácilmente las acciones a realizar tal que se muevan los indicadores de impacto conforme a los resultados esperados.
- Actividad de verificación:** con la verificación se certifica la confiabilidad de la información reportada, y se plantean recomendaciones que ayuden a actualizar el plan y los protocolos del sistema de MRV. Por lo tanto, el agente verificador debe ser una entidad sin conflictos de interés; es decir, que no pertenezca a alguna de las partes o tenga intereses creados. La verificación es una actividad deseada pero no obligatoria en el caso de los sistemas de seguimiento que pueda implementar una entidad dado que Colombia no está exigiendo un mecanismo formal de reporte sino más bien es algo más bien voluntario y recomendado, que asegura la trazabilidad de las acciones y datos recolectados. Cuando existen sistemas asociados a alguna certificación o reportabilidad formal, es recomendable que se considere la actividad de verificación.

⁴ Definición de gases contaminantes: <https://www.manosverdes.co/gases-contaminantes-lo-que-debes-saber/#:~:text=Los%20tres%20gases%20contaminantes%20m%C3%A1s,son%20corresponsables%20del%20calentamiento%20global>

⁵ En función del consumo de combustibles, la UPME ha desarrollado una calculadora para calcular las emisiones de CO₂, este puede ser consultado en el siguiente link: http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 3.2 - Actividades de medición, reporte y verificación.



Fuente: Elaboración propia.

Los sistemas de MRV pueden ser flexibles en cuán sofisticados sean en la medición. Por ejemplo, pueden **medir variables incorporando tecnologías de medición telemática** con registro de datos continuo **o pueden ser registros manuales** en base a lectura de las variables principales (odómetro, facturas de consumo energético, etc.) con registro de datos semanal o mensual. Lo relevante es que el sistema de MRV defina el/los métodos de medición, los responsables y que luego se haga sistemáticamente. El éxito de este sistema involucra a personas, ya sea que estén operando las tecnologías, como también aquellos responsables de reunir la información, procesarla y ser responsable de hacer el análisis de los datos. En la Figura 3.3 se muestran las responsabilidades recomendadas para tipos actores que debieran ser definidos al momento de implementar el sistema MRV, mientras que la Figura 3.4 presenta un ejemplo de perfiles sugeridos y actividades a cargo.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 3.3 - Actores y responsabilidades en el sistema MRV.



Fuente: Elaboración propia.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 3.4 - Perfiles sugeridos y actividades en un sistema MRV aplicado en la adopción de flota vehicular de cero y bajas emisiones en una entidad de orden nacional o territorial.



Fuente: Elaboración propia.

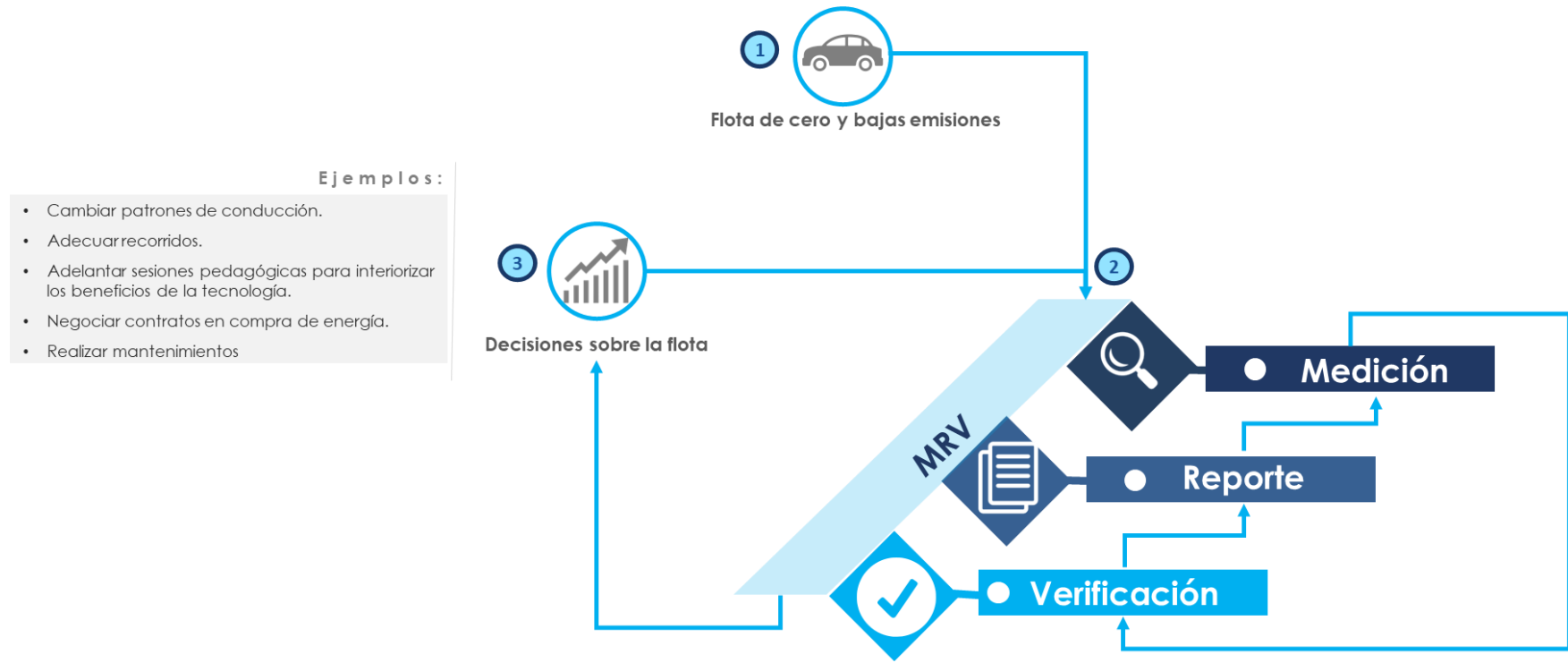
3.2 ¿Qué hacer con las mediciones?

La gestión de la información recopilada (Monitoreo y Reporte) es clave para lograr el círculo de mejora continua en la adopción de los vehículos de cero y bajas emisiones. Dicho proceso requerirá de contar con referencias para comparar objetivamente el punto de operación obtenido versus el esperado, por ejemplo, de evaluaciones previas de Costo Total de Propiedad (CTP), referencias bibliográficas u otros casos de éxitos. Teniendo puntos de comparación se pueden definir acciones y volver a monitorear la flota para ir convergiendo a los resultados esperados y hacerlos permanentes en el tiempo. La Figura 3.5 esquematiza la manera en que el sistema MRV permite maximizar los beneficios de los vehículos de cero y bajas emisiones bajo la lógica descrita previamente.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 3.5 – Diagrama de ciclo de gestión y mejora continua para un sistema MRV de los vehículos de cero y bajas emisiones.



Fuente: Elaboración propia.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

- 1. Realizar el cambio tecnológico:** partiendo de los resultados obtenidos al reemplazar (o ampliar) la flota vehicular de cada entidad, se tendrá una flota vehicular de cero y bajas emisiones. Hay que recordar que esto es parte de todo un proceso de evaluación previo donde la herramienta de planificación de recambio de flota es un apoyo en el marco del proyecto.
- 2. Implementar equipo y actividades del MRV:** de manera consensuada se deben establecer quiénes del equipo ocuparán el papel de líder del proyecto, el de implementador y el papel de analistas.
Al establecer los roles de los participantes en el sistema MRV, se proceden a establecer los indicadores que cada entidad considere pertinente para la toma de decisiones. Como parte del MRV, se tendrá el reporte de la información recolectada, y tal como se mostró en el ejemplo de la Figura 3.4, se realizará una retroalimentación con los líderes del proyecto. En este punto, se cuenta con la información necesaria para proceder a la toma de decisiones y generar acciones correctivas.
- 3. Tomar decisiones para maximizar beneficios:** con base al análisis de los reportes, se realizan acciones que deben estar orientadas a la maximización de los beneficios tanto técnicos como económicos que supone la adopción de vehículos de cero y bajas emisiones, entre las cuales cabe destacar: mejores eficiencias energéticas, menores costos de mantenimientos, reducción en GEI, reducción en no-GEI, entre las demás ventajas que se han venido enfatizando a lo largo de este documento. Es en este punto que el sistema MRV permitirá corroborar a los operadores de la flota, y a la vez contrastar con datos previos a este ejercicio, las ventajas de haber adoptado la flota de cero y bajas emisiones. La experiencia ha logrado demostrar que, si bien estas tecnologías brindan los beneficios anunciados, estos pueden ser maximizados a través de un proceso de control sobre las variables que determinan el aprovechamiento de las prestaciones tecnológicas de los vehículos de cero y bajas emisiones.

Como mensajes finales, los sistemas de MRV diseñados y aplicados a los casos de flotas de cero y bajas emisiones permitirán, con base a datos e información objetiva, poder **respaldar** la decisión de cambio dentro de la organización, **escalar** el recambio tecnológico al resto de la flota estudiada, y **replicar** a otras flotas dentro de la misma entidad que tenga otras categorías vehiculares o esquemas de operación u otras condiciones geográficas.

3.3 Monitoreo realizado a DNP

Como se indicó en la introducción del presente informe, una de las actividades contempladas en el estudio era implementar el sistema de MRV para una flota de VEs que fuera adquirida por una entidad pública. Tal cual como se presentó en el capítulo 2, la participación en esta actividad del DNP fue clave para poder aplicar la metodología ya que puso a disposición una flota de 8 HEVs Toyota Corolla Hybrid para ser monitoreados por el equipo consultor durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2021.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Los siguientes apartados buscan describir el caso de recambio de flota por parte del DNP partiendo por una descripción de la flota base, luego la identificación de actores para implementar el plan de MRV, descripción de la implementación del programa y los principales resultados y hallazgos de este caso de éxito.

3.3.1 Composición de la flota base del DNP.

Como primer paso, el DNP identificó la composición de su flota vehicular la cual cuenta con **26 vehículos** que son utilizados diariamente por los funcionarios de dicha entidad y que son conducidos por un equipo de conductores. Usualmente, los vehículos hacen recorridos alrededor de Bogotá, a diferentes sectores de esta ciudad.

La edad promedio de los vehículos del DNP es de 5 años (año-modelo 2017), al momento de elaboración de este documento, el vehículo más antiguo era una camioneta modelo 1993 y funciona con gasolina, mientras que el más nuevo es una camioneta a gasolina modelo 2022. Esta flota está compuesta de tres categorías principalmente:

1. **Camioneta:** 9 vehículos
2. **Automóvil:** 16 vehículos
3. **Motocicleta:** 1 vehículo

Una vez que el DNP decidió adquirir vehículos de cero y bajas emisiones, la flota vehicular pasó de tener 0 vehículos eléctricos a un total de 11, entre los cuales se encuentran 2 Toyota Corolla Hybrid 2021 y 9 Toyota Corolla Hybrid 2022. Estos vehículos fueron adquiridos a través de la modalidad contractual de Acuerdo Marco de Precios gestionado por Colombia Compra Eficiente (CCE)⁶,

Tras la adquisición de los vehículos híbridos, el DNP superó la meta del 30 % dispuesta en la Ley 1964 al alcanzar un 42 % de cambio tecnológico (11 VEs de una flota de 26).

Tras la exitosa transición tecnológica alcanzada por el DNP, se le planteó a la entidad hacer parte de un plan MRV que involucrara a los miembros de dicha entidad en una serie de actividades que les permitirían apropiarse mejor la tecnología y maximizar así los beneficios que supone la transición tecnológica que ya se había adelantado. Identificación de actores del programa MRV.

3.3.2 Identificación de actores

El primer paso para implementar el plan MRV fue realizar un levantamiento en cuanto a la composición del equipo que opera las flotas de la entidad, al igual que se identificaron las responsabilidades y alcance de los diferentes cargos de los miembros que conformarían el equipo del MRV. Esto se realizó a partir de un acompañamiento presencial entre el equipo del DNP y el equipo consultor (Actúa como el equipo que cumple el papel de verificación). De la reunión se identificó que el DNP tenía una

⁶ Más detalles de esta modalidad de compra en la Guía Metodológica, Anexo digital 7.2.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

estructura de operación definida de la siguiente manera (ver Figura 3.6).

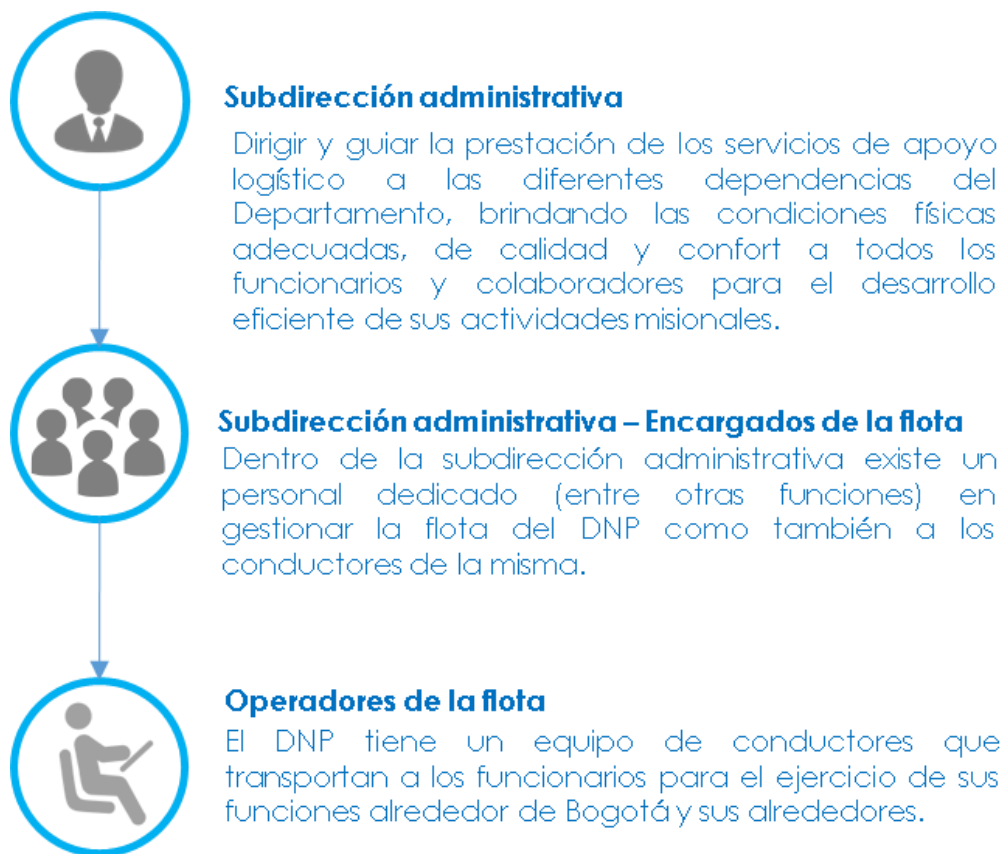


Figura 3.6 - Organización del equipo del DNP.

Fuente: Elaboración propia.

El DNP dispuso de su recurso humano para la adopción del MRV dentro de su organización, colaborando en todas las actividades que fue desarrollando el equipo de Inicio para la implementación del MRV.

Como primer paso, se identificaron los roles dentro del equipo del DNP y se asignaron funciones acordes a lo descrito en la Figura 3.4. Como resultado, la Figura 3.7 muestra la asignación de roles dentro del programa MRV implementado en el DNP, en donde cabe señalar que Inicio como equipo consultor apoyo de forma transversal las actividades de monitoreo, reporte y verificación, junto con esto, garantizar la calidad de las decisiones y acciones que se tomen como respuesta a los hallazgos del MRV.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

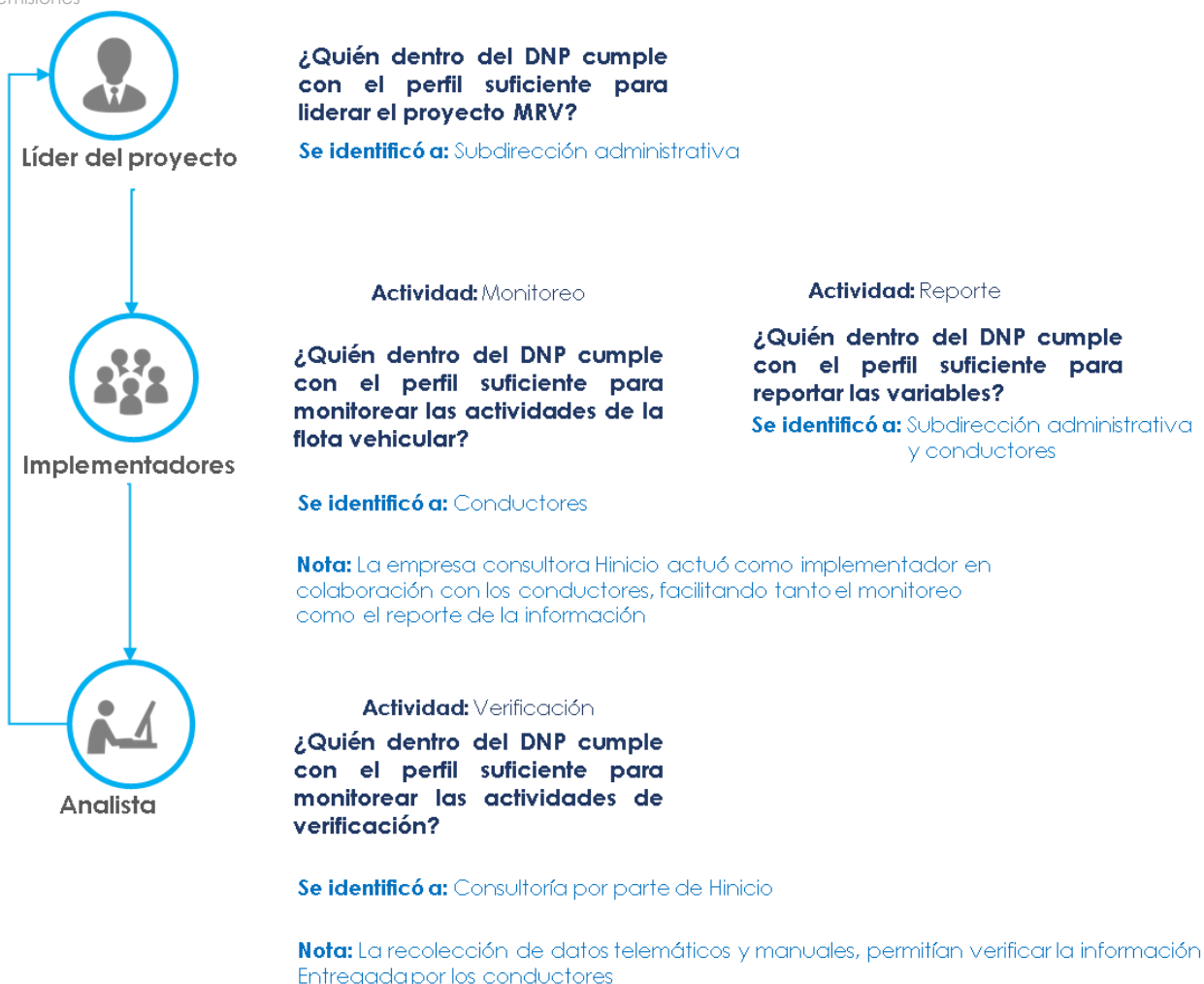


Figura 3.7 - Identificación de roles del MRV dentro del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y colaboración con Hincio

Fuente: Elaboración propia.

Los conductores por su parte, dentro de la identificación de roles del MRV, tendrían la responsabilidad de monitorear y reportar el kilometraje diario mediante lectura de odómetro. Los conductores reportan dichas variables simultáneamente al analista (Empresa consultora) como también al equipo de la Subdirección Administrativa dentro del DNP. De los 11 vehículos híbridos que posee el DNP, se dispuso de **8 vehículos** en total para implementar el MRV, como también de **8 conductores**; dentro del DNP se asigna un conductor por vehículo y este lo opera durante toda la semana, encargándose de transportar a los funcionarios, como también de la recarga de combustible y los mantenimientos anuales del vehículo. Por su puesto, la recarga de combustible como también los mantenimientos, son coordinados por el personal de la subdirección quien lleva las cuentas precisas de los costos asociados a estos dos parámetros. La empresa consultora al conocer la organización del DNP, propuso implementar el plan MRV tal como se comenta en la siguiente sección.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

3.3.3 Implementación del programa MRV dentro del DNP.

El programa MRV se implementa como un instrumento para el mejoramiento de diferentes indicadores sobre la flota. Por esta razón se plantearon 4 pasos iterativos como se indica en la Figura 3.8, donde se muestra la integración del **plan MRV junto con los demás pasos que hacen parte de la metodología de implementación de un plan de mejoramiento en la adopción de la tecnología de vehículos de cero y bajas emisiones**. En este programa se monitorearon 8 vehículos híbridos a quienes se les monitoreó de manera manual y se eligieron 3 vehículos para ser monitoreados de forma telemática.

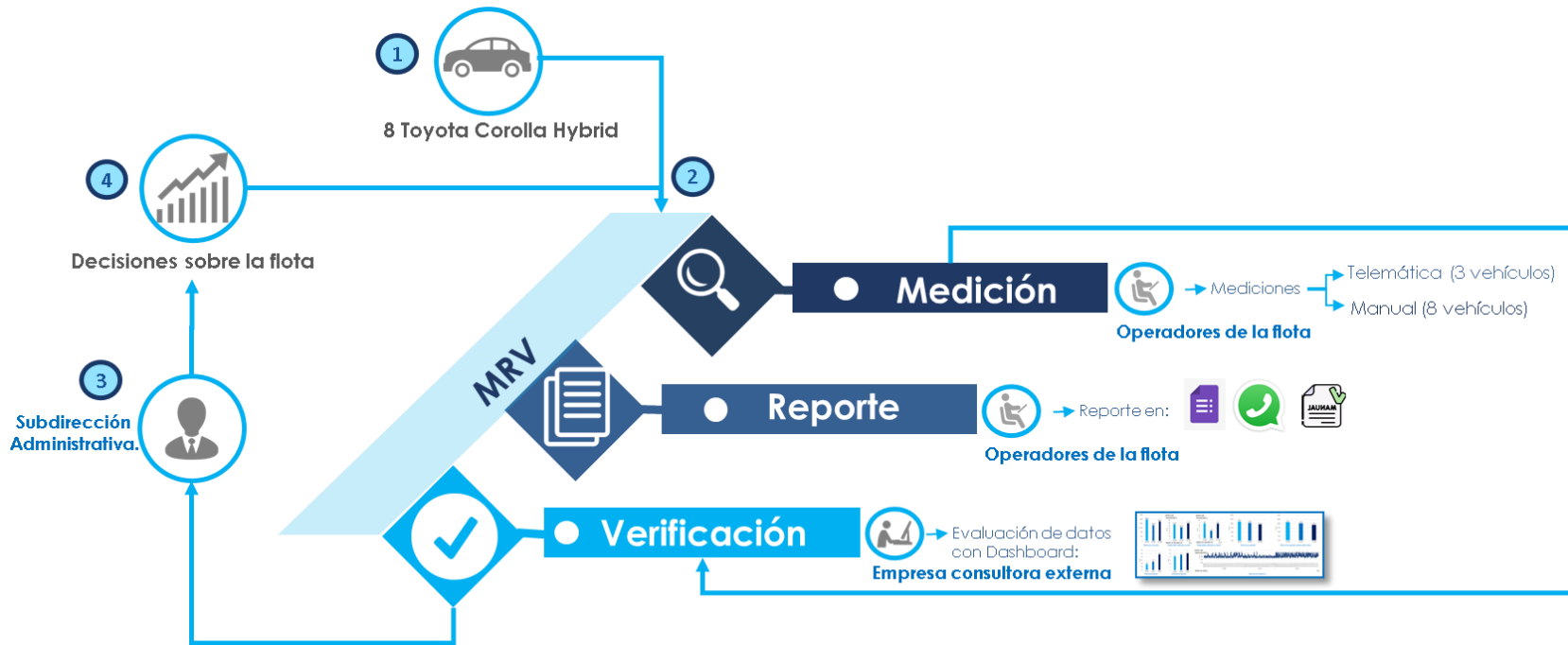


Figura 3.8 - Implementación del MRV dentro del DNP

Fuente: Elaboración propia.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

- 1. Selección de los vehículos a monitorear:** el DNP de los 11 vehículos híbridos contaba con 8 de ellos ya operativos⁷ al momento de realizar la coordinación del MRV. Entre estos 8 vehículos, existían unos que eran modelo 2021 y otros 2022, la elección de los vehículos medidos con sistemas telemáticos tuvo en cuenta esta variable.
- 2. Plan MRV:** el plan de monitoreo se focalizó en capturar las variables dinámicas de conducción mediante dos métodos de captura de datos:
 - a. Medición Manual:** consiste en capturar una serie de variables acudiendo a la lectura de la información que el mismo vehículo reporta en el tablero (ver Figura 3.6). Este registro lo realizan los conductores previo capacitación del equipo consultor.



Figura 3.9 - Panel de instrumentos de los Toyota Corolla del DNP.

Fuente: Registro Inicio

Adicionalmente a las variables del panel de instrumentos los conductores hicieron registro de otras variables por fuera de lo que reporta el tablero del vehículo: costo al que cargan combustible, cantidad de combustible cargado⁸, número de pasajeros transportados por día, uso del aire acondicionado durante el día, tiempo de turno y horas extras de trabajo. Los conductores tenían habilitados 3 canales de información con registro diario: chat de Whastapp, formulario en Google Sheets, formulario impreso (ver Anexo 7.3); siendo el medio chat WhatsApp el preferido para el envío del reporte diario⁹.

El registro manual en una etapa piloto de implementación tiene otras ventajas como el involucrar de forma activa a los conductores, y con ello una mejor percepción de los beneficios de la tecnología y cómo sacarle el mayor rendimiento.

⁷ 3 de los HEVs no estaban asignados a operaciones diarias del DNP por tanto no fueron considerados en el monitoreo

⁸ Se estableció como protocolo partir la campaña todos con el estanque lleno y luego recargar al momento en que se encendiera la luz de estanque "bajo nivel".

⁹ Los conductores también demostraron simpatía con el formulario en Google Sheet, pero no todos lo usaban diariamente. Por el contrario, la planilla impresa tan solo fue completada por dos conductores, a modo de respaldo pues igualmente reportaban por Whatsapp.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

- b. Medición telemática:** consiste en un dispositivo electrónico que se conecta a la computadora principal del auto y estos a través protocolos CAN, establecen un canal de comunicación en donde el vehículo, según el modelo y la marca, le entrega una serie de parámetros al dispositivo con un amplio rango de variables medidas. En la Figura 3.10 Figura 3.11, se ve un ejemplo de los dispositivos que se instalan en los vehículos para capturar variables directamente de la computadora del vehículo, en tiempo real y que pueden ser accedidos de forma remota a través de internet.



Figura 3.10 - Dispositivo de medición telemática para vehículos.

Fuente: Registro Hincio

La instalación del dispositivo es poco invasiva, según la experiencia con el DNP, la instalación tarda alrededor de 10 minutos por vehículo, este tiempo depende de la complejidad de acceso hacia el puerto de comunicaciones que los vehículos tienen consigo. Luego de este paso, el técnico configurará unos parámetros de comunicación lo cual toma menos de 10 minutos, es decir que, en menos de 20 minutos, un vehículo queda totalmente listo para reportar de forma remota más de 100 variables que este dispositivo está en la capacidad de medir. En Colombia existen varios proveedores de este servicio, en el caso particular de este plan piloto se trabajó con GeoTab y su plataforma MyGeotab (ver Figura 3.12).

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones



Figura 3.11- Proceso de instalación del dispositivo de medición telemática en los vehículos del DNP.

Fuente: Registro Hincio

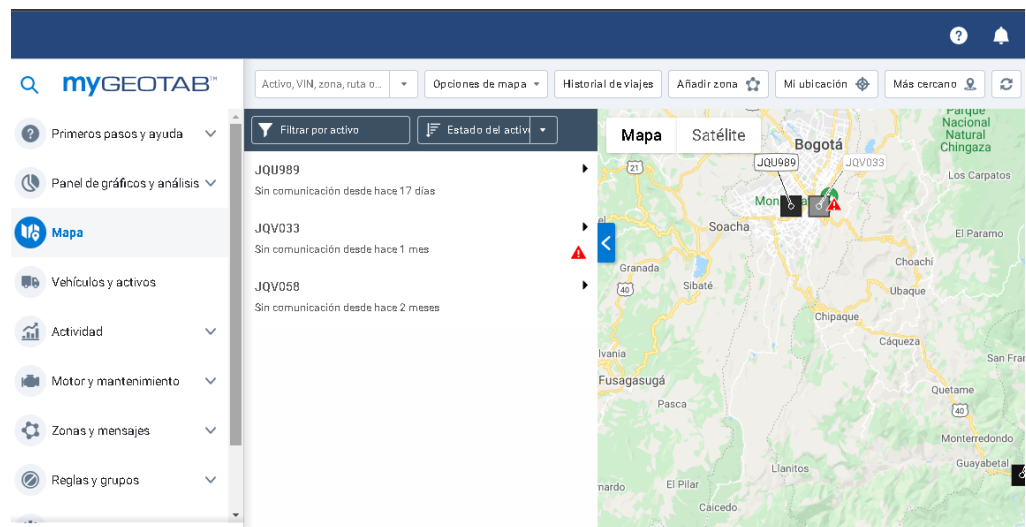


Figura 3.12 - Interfaz de plataforma para la lectura de variables medidas con dispositivo telemático.

Fuente: Geotab

Los datos del sistema telemático pueden ser consultados en la plataforma MyGeotab, sin embargo, el equipo consultor elaboró su propio panel de análisis a partir del procesamiento de datos crudos descargados de cada dispositivo, de manera de personalizar a las variables de interés para el caso de la flota DNP. La Figura 3.12 muestra los pasos iterativos llevados durante la campaña de medición a la flota de DNP.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

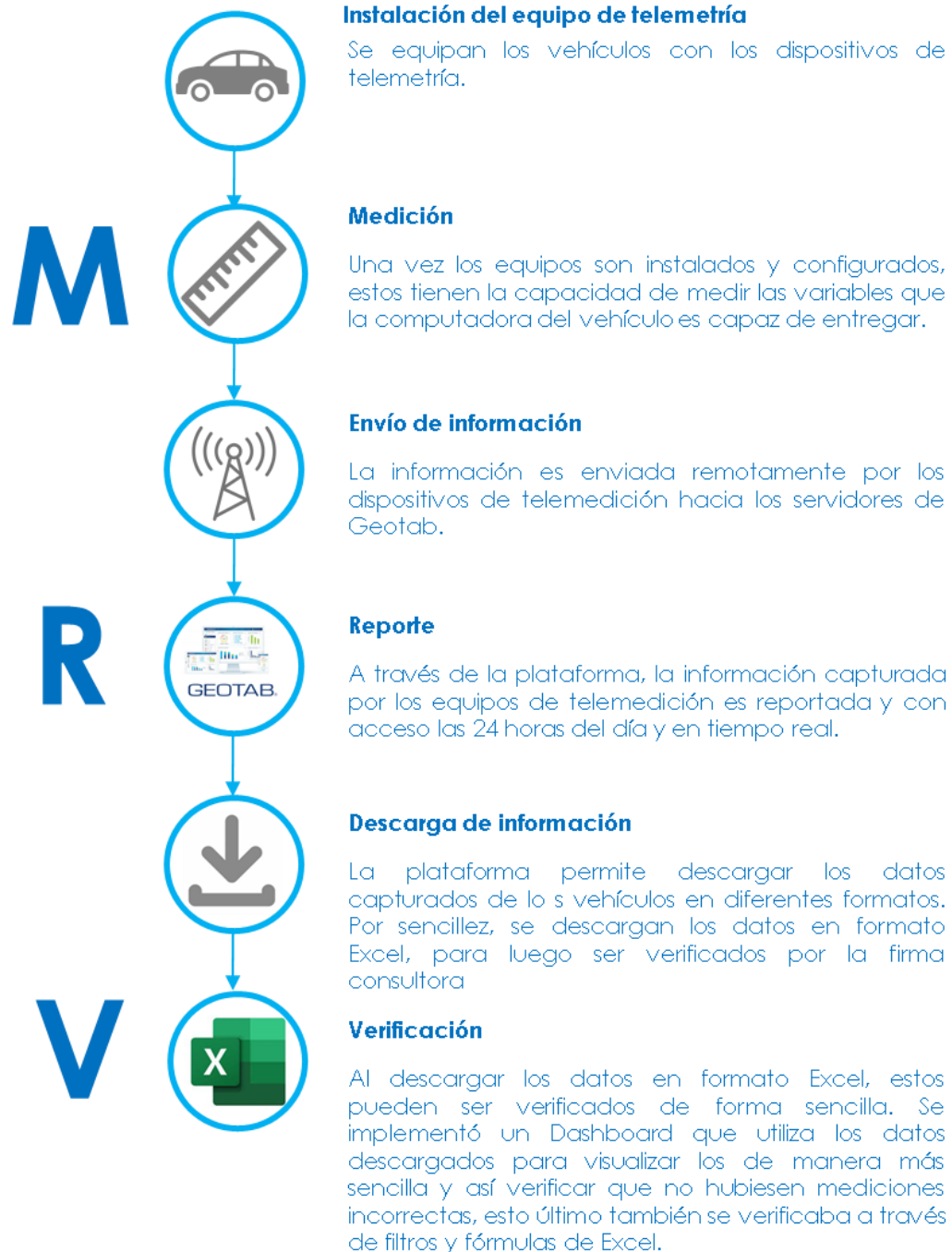


Figura 3.13 - Proceso para medir, reportar, procesar, analizar y verificar los datos capturados por los equipos telemáticos.

Fuente: Inicio

En resumen, la implementación de los dispositivos telemáticos automatiza el proceso MRV, en el sentido que de forma electrónica la medición la realizan los dispositivos, el reporte se hace a través de la plataforma y la verificación de los datos es facilitada por la misma plataforma al dejar descargar y procesar los datos (ver dashboard en Figura 3.14). Un método de monitoreo telemático es ideal para controlar flotas numerosas,

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

facilitando el acceso y centralización de la información, incluso de forma remota.

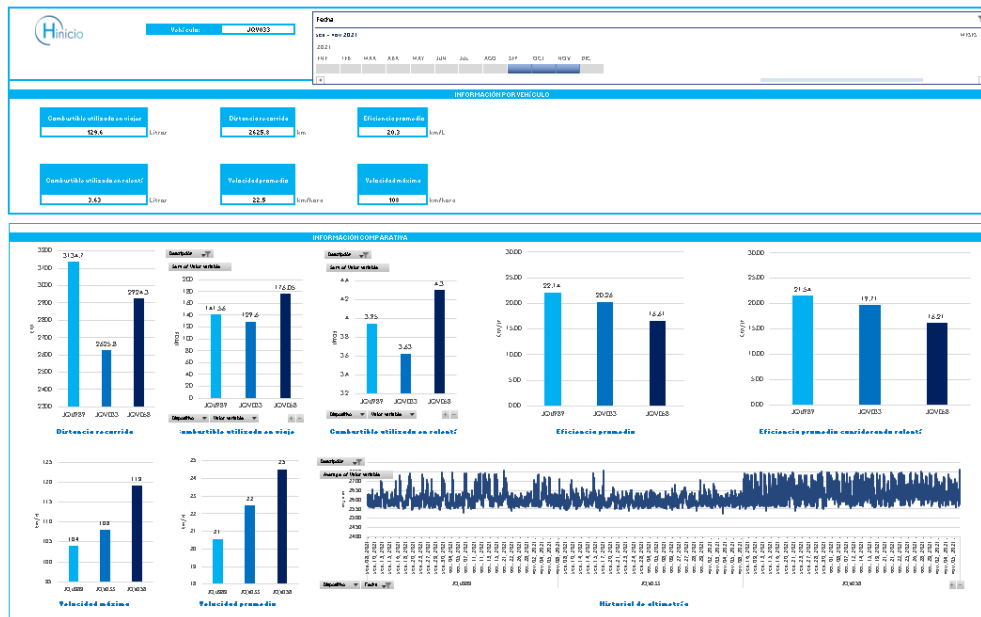


Figura 3.14 - Dashboard desarrollado para la verificación de las mediciones de los vehículos medidos telemáticamente.

Fuente: Inicio

La información capturada tanto de manera manual como telemática, se reportaban cada semana a la subdirección administrativa del DNP, a la UPME y al BID.

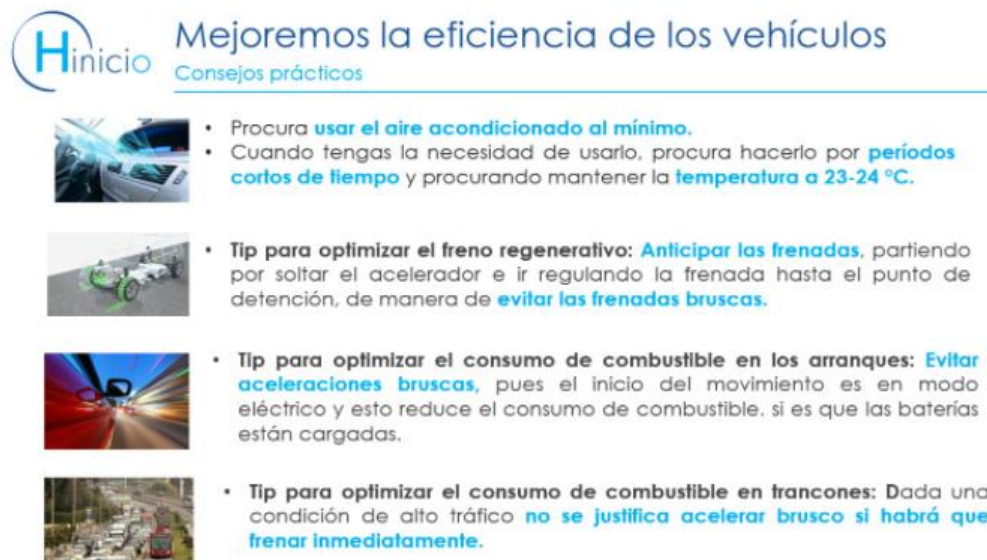
Otros indicadores se calculan de manera indirecta, es decir que, se requieren una serie de cálculos para ser determinadas, esto sucede por ejemplo con las variables asociadas a la reducción de GEI e incluso con los potenciales ahorros monetarios de la tecnología de cero y bajas emisiones.

- 3. Compartir información con la Subdirección Administrativa del DNP y demás stakeholders:** el Dashboard desarrollado para el paso anterior, permitía no solo verificar la información, sino también comunicarla de forma sencilla, mostrando para cada vehículo monitoreado de forma telemática: perfil de velocidad, perfil de aceleración, velocidad máxima, velocidad mínima, velocidad promedio, consumo de combustible, consumo de combustible en ralentí, eficiencia, eficiencia considerando consumo en ralentí, altimetría sobre el nivel del mar (variables directas). El seguimiento semanal de los resultados permitió ver la evolución y el impacto en las acciones de mejora.

Los reportes semanales se enviaban en PDF a los equipos directivos y, además, se hizo un trabajo directo con los conductores, utilizando los canales de comunicación establecidos con los conductores (principalmente vía telefónica y chat de WhatsApp) se compartían las mediciones obtenidas, hallazgos y se realizaban campañas de concientización al respecto. Por ejemplo, se compartían piezas infográficas que concientizaban sobre los beneficios tecnológicos de los vehículos híbridos para lograr su optimización (ver Figura 3.15).

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones



Hinicio Mejoremos la eficiencia de los vehículos
Consejos prácticos

- Procura **usar el aire acondicionado al mínimo**.
- Cuando tengas la necesidad de usarlo, procura hacerlo por **períodos cortos de tiempo** y procurando mantener la **temperatura a 23-24 °C**.
- **Tip para optimizar el freno regenerativo: Anticipar las frenadas**, partiendo por soltar el acelerador e ir regulando la frenada hasta el punto de detención, de manera de **evitar las frenadas bruscas**.
- **Tip para optimizar el consumo de combustible en los arranques: Evitar aceleraciones bruscas**, pues el inicio del movimiento es en modo eléctrico y esto reduce el consumo de combustible, si es que las baterías están cargadas.
- **Tip para optimizar el consumo de combustible en francones: Dada una condición de alto tráfico no se justifica acelerar brusco si habrá que frenar inmediatamente**.

Figura 3.15 - Ejemplo de infografía compartía con los conductores del DNP para mejorar la eficiencia de los vehículos híbridos.

Fuente: Hinicio

De esta manera no solo se lograba concientizar a los conductores sobre las prestaciones tecnológicas de los vehículos híbridos, sino también se les hacía parte de un proceso en donde la sinergia entre sus opiniones y costumbres, se combinaban con buenas prácticas al conducir, concluyendo finalmente en un proceso de mejora continua en los diferentes indicadores que se pretendían mejorar. Más detalle de esto se abordará en la sección 3.3.4.

4. **Toma de decisiones sobre la flota:** con base a los hallazgos de los pasos anteriores, se daban instrucciones y sugerencias puntuales a los conductores como: no acelerar bruscamente en semáforos, no acelerar en vano el vehículo, moderar el uso del aire acondicionado, control sobre los consumos, reporte más riguroso sobre las variables medidas manualmente, uso de las mediciones para entender cómo calcular la eficiencia. La toma de decisiones es un paso bidireccional, es decir, si bien las instrucciones y recomendaciones se daban hacia los conductores, estos últimos jugaban un papel clave en cuanto a los comentarios y opiniones que expresaban. Al involucrar a los conductores en el proceso, no solo se tenía en cuenta la experiencia de ellos, sino también se invitaba a una conversación donde todos los que intervenían en el proceso aprendían mutuamente.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

3.3.4 Resultados obtenidos en el DNP.

A continuación, se presentan los resultados y análisis de datos abordados desde un punto de vista estadístico, obtenidos de la campaña de monitoreo de la flota de vehículos híbridos del DNP.

Este plan piloto de MRV con el DNP tuvo una duración de 9 semanas, entre septiembre del 2021 y noviembre del mismo año. El monitoreo telemático se realizó en tres vehículos durante las nueve semanas que duró el piloto, priorizando más de 10 variables y recolectando en el orden de 245.000 datos.

Por otro lado, en cuanto a la medición manual, se realizó durante 8 semanas, en los 8 vehículos disponibles en el DNP, como resultado se obtuvieron 9 variables medidas y alrededor de 600 datos recolectados.

Los datos y cálculos que se mostrarán a continuación se realizarán a partir de la información recolectada manual y telemáticamente en el DNP, sin embargo, con el ánimo de ilustrar mejor la forma en que se pueden interpretar los resultados, se emplearán diferentes referencias mediante las cuales se comparará la tecnología vehicular se cero y bajas emisiones con respecto a vehículos de combustión.

3.3.4.1 Distancias promedio.

La primera variable con la que se caracterizó la flota de vehículos híbridos del DNP fue la distancia promedio que estos recorrían en una semana (variable directa). En las nueve semanas que duró el plan piloto de MRV, se identificó **que en promedio un vehículo en el DNP recorre 313.7 km/semana**, identificando que hay un conductor que se aleja de estos parámetros, conduciendo casi un 24 % más que el promedio (77 km adicional por semana, es decir, 390 km recorrido semanalmente). Estadísticamente la distribución de la distancia semanal recorrida puede ser descrita bajo los parámetros mostrados en la Tabla 3.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

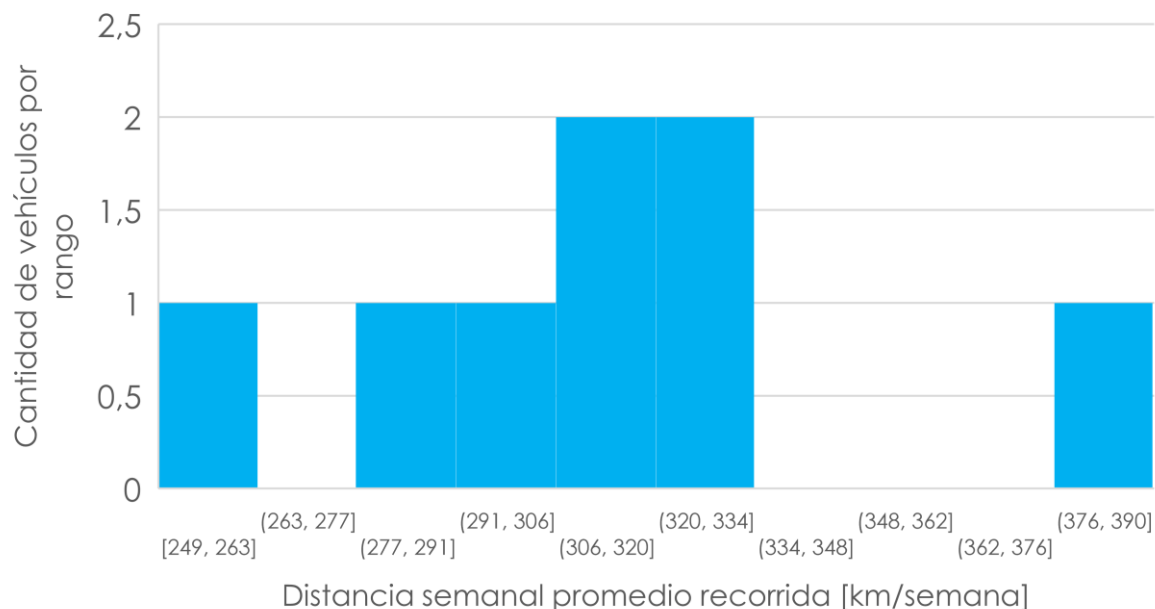


Figura 3.16 - Histograma de distancia promedio semanal recorrida por los vehículos del DNP durante las 9 semanas de medición.

Fuente: Inicio

Tabla 3 Parámetros estadísticos de la distancia semanal recorrida por los vehículos del DNP

Promedio de los 8 vehículos [km/semana]	313.7
Desviación estándar [km/semana]	41.3
Valor mínimo [km/ semana]	249.1
Valor máximo [km/ semana]	390.1

Fuente: Inicio

Este tipo de resultados permiten realizar y soportar varias acciones dentro del DNP:

- Caracterizar la carga laboral de los conductores (km/semanales).
- Planificar mantenimientos preventivos según manual de fabricante.
- determinar kilometraje diario, y con ello, verificar que en turnos de 5 días los vehículos no recorren más que 78 km/día. Este hecho, pensando en el potencial uso de vehículos 100% eléctricos, requerirá de analizar si es factible incrementar el kilometraje diario versus reducir flota, de manera de mejorar los costos totales de propiedad, dado que la oferta en Colombia presenta modelos con autonomías eléctricas muy por sobre los 80 km.

3.3.4.2 Perfil de velocidad y aceleración.

Si bien la distancia permite caracterizar el uso semanal de los vehículos, también es importante caracterizar e identificar los patrones de conducción. Para esto se acudió a las mediciones telemáticas midiendo principalmente 3 variables: velocidad máxima, velocidad promedio, perfil de aceleración.

Estos tres parámetros, permiten perfilar el estilo de conducción de cada uno de los conductores, pues, para optimizar la eficiencia de los vehículos eléctricos, es necesario

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

cambiar varios paradigmas que han sido acentuados al usar vehículos a combustión. Por ejemplo, un conductor por lo general no está acostumbrado a **ser prudente a la hora de arrancar el vehículo**, por ejemplo, detenido en un semáforo. Habitualmente, para arrancar el vehículo se tiene la costumbre de acelerar bruscamente, esto es uno de los comportamientos que más afecta la eficiencia de los vehículos eléctricos, pues romper la inercia del vehículo requiere de una cantidad significativa de energía que puede ser optimizada si el conductor se acostumbra a arrancar el vehículo siguiendo una rampa de aceleración prudente, sin tener que recurrir a altos picos de consumo energético.

Especialmente en los vehículos híbridos, una manera en que esta tecnología promete ser más eficiente que los vehículos a combustión es que el proceso de arranque lo hace el motor eléctrico que en principio es más eficiente que el motor a combustión, una vez que el vehículo ha alcanzado la suficiente velocidad, el sistema del vehículo cambia de motor, de esta manera ahorra energía (combustible) en el arranque, por esto es importante que se maximice el tiempo en que el motor eléctrico funciona, para así, ahorrar energía y por ende mejorar la eficiencia de los vehículos.

Otra forma de mejorar la eficiencia de los vehículos eléctricos es **aprovechar la tecnología del freno regenerativo**. Esta tecnología consiste en aprovechar la energía que se libera al frenar el vehículo (como calor), para ser aprovechada en recargar la batería. Aprender a usar el freno regenerativo es uno de los cambios de paradigma en la conducción de vehículos eléctricos, pues los conductores muchas veces no tienen conocimiento de la existencia de esta tecnología. A través de la concientización realizada por el equipo de Inicio se les enseñó a los conductores aprovechar al máximo este beneficio tecnológico. En este punto, las directrices eran no frenar brusco haciendo uso del freno mecánico (pedal) como normalmente se haría en un vehículo a combustión, sino más bien frenar suavemente soltando el pedal de aceleración primero, esto activa el sistema de freno regenerativo de los vehículos y solo al final del proceso activar el freno mecánico (si es necesario).

En la Figura 3.17, se muestra un ejemplo de un patrón de aceleración que se capturó en uno de los vehículos telemedidos. A través de esta variable, fue posible identificar tanto las costumbres que tenían los conductores al arrancar el vehículo, como también al frenarlo. También sirvió para monitorear si los conductores efectivamente estaban ejecutando las instrucciones que permitían lograr el aprovechamiento de la tecnología. Los valores negativos corresponden a la desaceleración del vehículo, es decir en los momentos donde se aprovecha el freno regenerativo, por otro lado, los valores positivos representan las aceleraciones, los arranques del vehículo particularmente se representan como picos de aceleración. Mientras menos picos pronunciados en las gráficas, más suave es la dinámica de conducción de los conductores, mejorando así la eficiencia.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

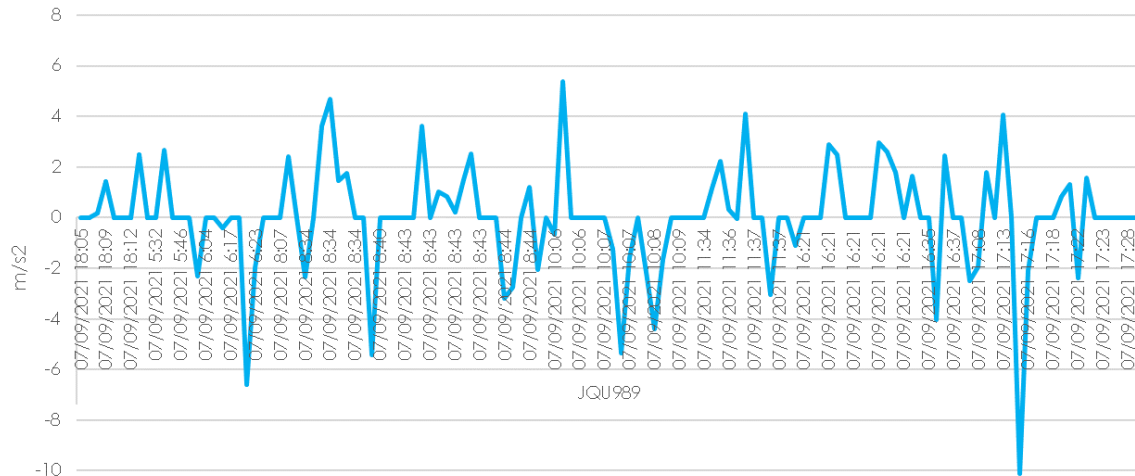


Figura 3.17 - Patrón de aceleración de un vehículo del DNP.

Fuente: Inicio

De manera complementaria, y con el ánimo de caracterizar aún más los patrones de conducción, se midió la velocidad máxima y la velocidad promedio que cada vehículo (ver Figura 3.18).

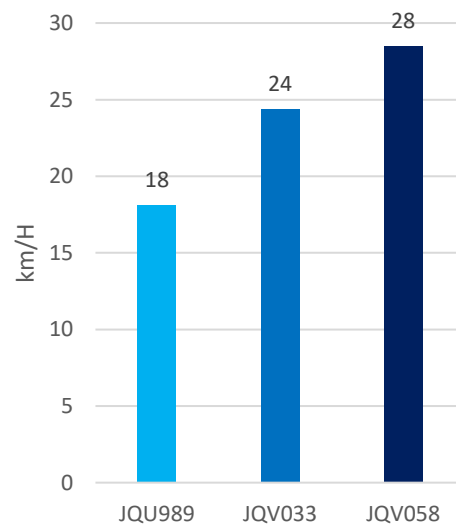


Figura 3.18 - Velocidades promedio de los vehículos telemididos del DNP.

Fuente: Inicio

La velocidad promedio a lo largo del período de medición no varió mucho, se estimó que esta variable no obedece principalmente a los patrones de conducción de cada conductor, sino más bien a los recorridos que estos suelen hacer diariamente. La variable que si caracteriza mejor a los conductores es la velocidad máxima que los conductores alcanzaban (ver Figura 3.19). De la Figura 3.18 y la Figura 3.19 puede evidenciarse que el vehículo con mayor velocidad máxima resulta coincidir con el de mayor velocidad promedio. A medida que el piloto fue avanzando en su proceso de formación y adaptación tecnológica, el conductor que más aceleraba fue

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

homogenizando esta variable con respecto a los demás conductores.

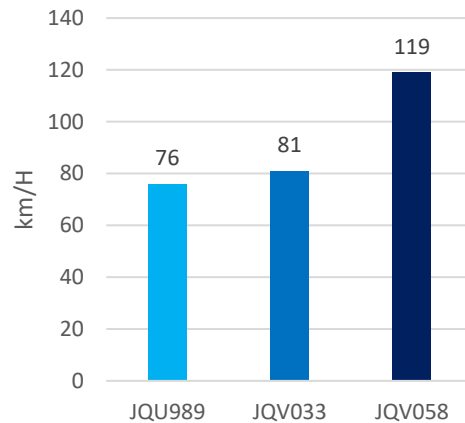


Figura 3.19 - Velocidad máxima alcanzada por los vehículos telemedidos del DNP.

Fuente: Inicio

3.3.4.3 Recorridos frecuentes.

Con el propósito de entender con mayor detalle la operación de cada conductor, se añadió como parte del análisis los recorridos que cada vehículo realizaba diariamente. Lo anterior, para mejorar y personalizar el tipo de recomendaciones que se le daban a cada conductor, dado que existía variabilidad en las eficiencias que cada uno alcanzaba.

Cabe señalar que las necesidades energéticas de un vehículo que tiene que subir montañas y otro que solo anda en lo plano son totalmente distintas, por esta razón, los sistemas GPS que los dispositivos de tele medición tienen integrados permiten indagar en las condiciones de la ruta como los que se muestran en la Figura 3.20 (factores externos) que expliquen las diferencias en rendimientos.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

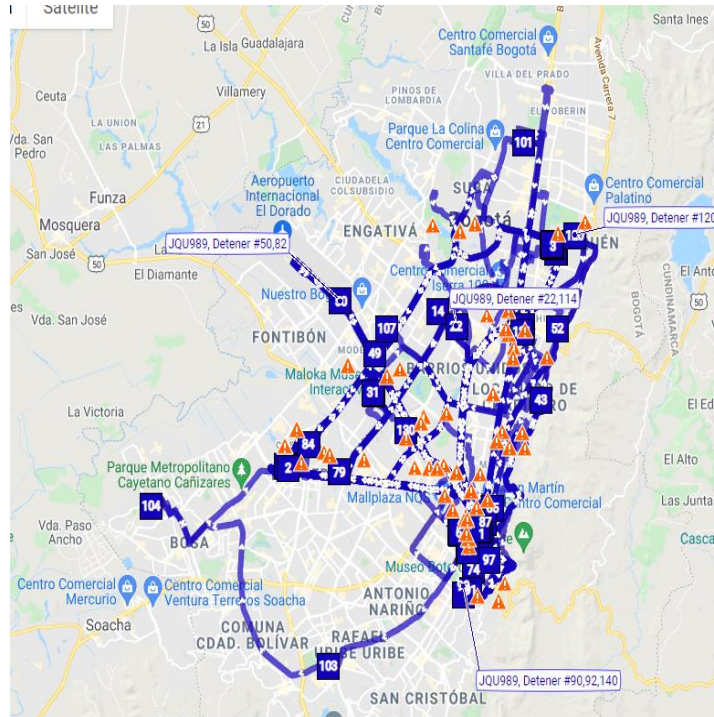


Figura 3.20 - Ejemplo de la trazabilidad de posición y recorridos de un vehículo híbrido en el DNP.

Fuente: Hincio

Por medio de este ejercicio, el equipo consultor reforzó con los conductores los conceptos de arranque y freno regenerativo para aquellos recorridos que tenían fuertes pendientes, para que estos fuesen conscientes que los mayores beneficios del freno regenerativo pueden llegar a ser conseguidos cuando se está bajando de una pendiente y a su vez, que los arranques deben ser aún más prudentes cuando se está subiendo una montaña.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

3.3.4.4 Consumo de combustible.

El consumo de combustible es un se obtuvo tanto del monitoreo telemático como de las mediciones manuales asociados a los ciclos de carga de combustibles.

A diferencia de la distancia promedio semanal recorrida por los vehículos, la dispersión en el consumo de combustible se hace más evidente en la Figura 3.21. Esto planteó como acción el poder homogeneizar los consumos semanales, dado que las operaciones no eran tan disímiles.

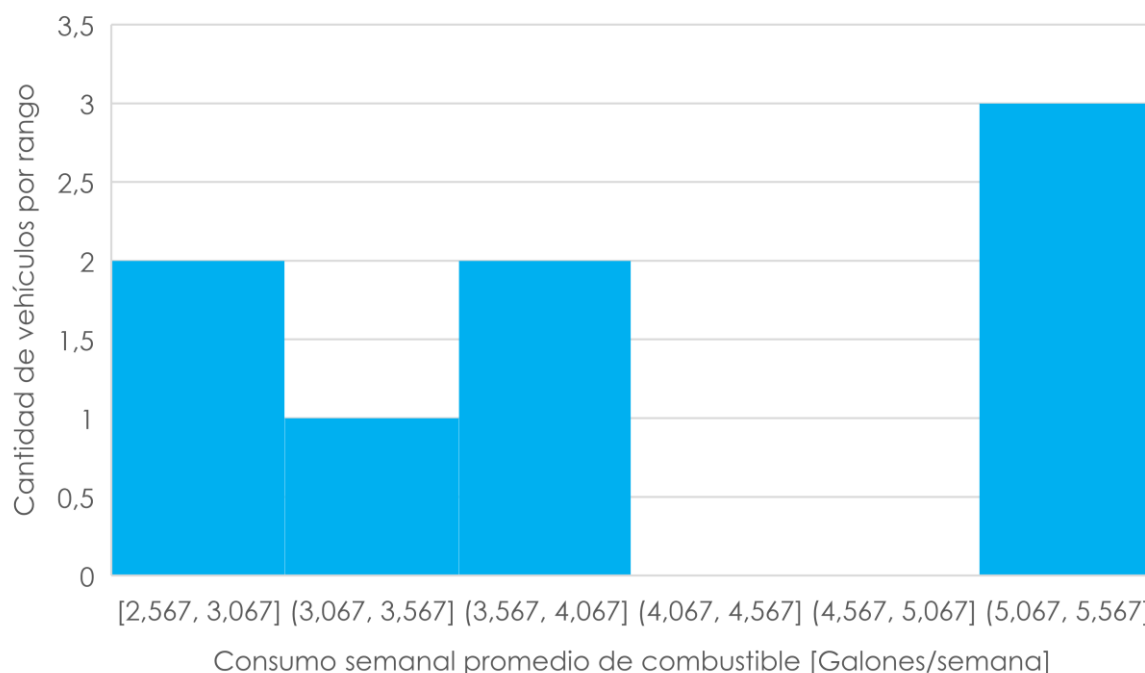


Figura 3.21- Histograma de consumo semanal promedio los vehículos del DNP durante las 9 semanas de medición.

Fuente: Inicio

Dicha homogenización fue siendo analizada a través del tiempo que duró la campaña, al comparar la eficiencia inicial de los vehículos, con respecto a la eficiencia final del período. Es importante entonces comparar no solo la eficiencia promedio de los vehículos, sino también la convergencia de la eficiencia a través del tiempo, procurando que la eficiencia en conjunto de los 8 vehículos al final del plan piloto fuese mejor que la eficiencia inicial de este mismo grupo, y que se mantengan así en el tiempo.

3.3.4.5 Eficiencia de los vehículos.

Esta variable muestra la evolución en cuanto a la convergencia y mejoramiento de la eficiencia de los 8 vehículos híbridos del DNP. La mejora fue conseguida principalmente bajo el análisis de las variables hasta ahora analizadas, que en principio dieron la información para caracterizar los patrones de conducción que tenían que ser adoptados y la apropiación de las ventajas tecnológicas de los vehículos eléctricos

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

que hacían falta dentro del grupo de conductores.

La eficiencia de los vehículos es entendida como:

$$Eficiencia = \frac{Distancia}{Unidad\ de\ energía}$$

En cuanto mayor sea la eficiencia de un vehículo, menor será la cantidad de energía necesaria para moverlo y por consecuencia, reduce los costos asociados al comprar el combustible, consiguiendo no solo optimizar los recursos energéticos sino también monetarios.

En el caso particular del DNP, se observó que los patrones de conducción afectaban considerablemente la eficiencia, pues **al principio se observó que en promedio los 8 vehículos recorrían 70,3 km por cada galón de gasolina consumida**, pero a medida que se fueron adoptando las buenas prácticas de conducción y el aprovechamiento de las prestaciones tecnológicas de los vehículos híbridos, esta eficiencia **fue mejorando y a la última semana de monitoreo la eficiencia promedio de toda la flota fue un 5%** mejor que el resultado inicial (ver Tabla 4 y Tabla 5).

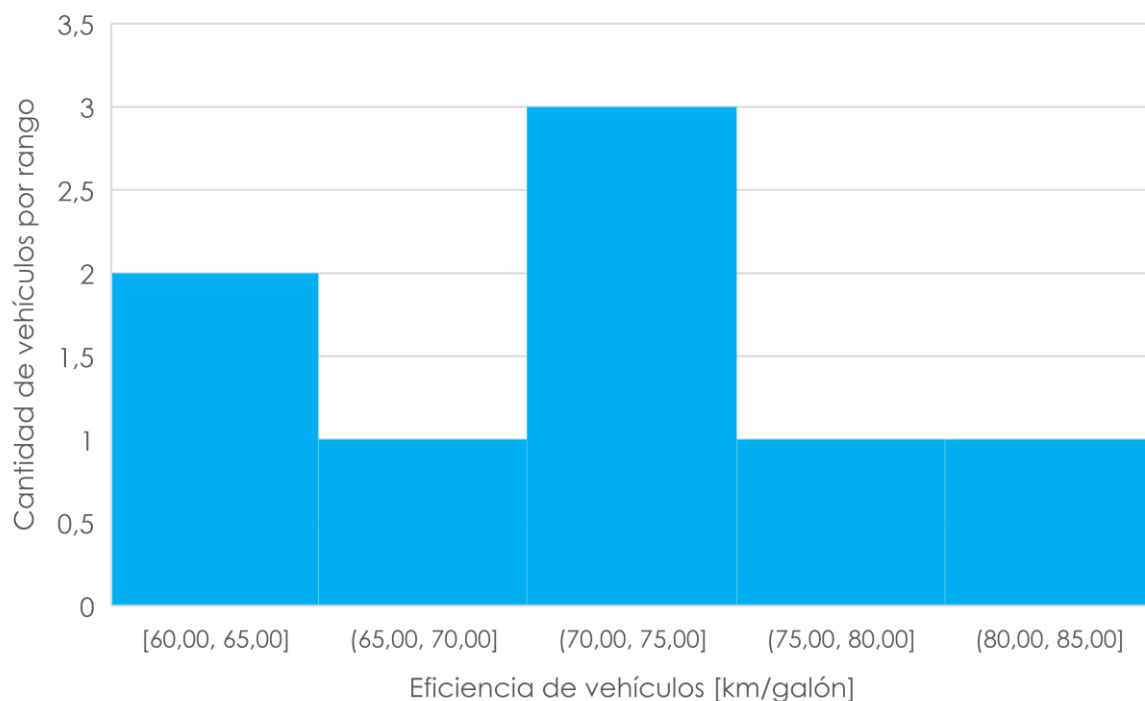


Figura 3.22 – Histograma de la eficiencia en los 8 vehículos híbridos del DNP, durante la primera semana de observación.

Fuente: Inicio

El análisis sobre la eficiencia de los vehículos adicionalmente logró concluir que existía una dispersión de 2km/litro (7,4km/galón), esto se hace evidente al comparar el vehículo con mayor eficiencia con el de menor, existiendo una diferencia de 38 % (23,43 km/galón).

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 4 Descripción estadística de la eficiencia de los vehículos del DNP durante la primera semana de observación

Promedio de los 8 vehículos [km/galón]	70,45
Desviación estándar [km/galón]	7,71
Valor mínimo [km/galón]	60,0
Valor máximo [km/galón]	83,67

Fuente: Inicio

Tabla 5 Descripción estadística de la eficiencia de los vehículos del DNP durante la última semana de observación (semana 9)

Promedio de los 8 vehículos [km/galón]	73,46
Desviación estándar [km/galón]	5,25
Valor mínimo [km/galón]	66,26
Valor máximo [km/galón]	81,10

Fuente: Inicio

En la primera medición, el valor de eficiencia mínimo era de 60km/galón y este mejoró en un 10 % (6,048 km/galón), por su parte, el valor promedio de la eficiencia de los 8 vehículos mejoró en 3,024 km/galón (5 %). Es de destacar, que la desviación estándar en la medición de la eficiencia pasó de 7,56 km/galón a 5,29km/galón. Esto es importante ya que la desviación estándar mide que tan dispersos están los valores con respecto a su promedio. Esto permite concluir que la eficiencia de los vehículos no solo mejoró en su promedio, sino que también, lo hizo al homogenizar el grupo de los 8 conductores, logrando así el objetivo propuesto en el plan piloto.

Para tener una primera noción sobre las eficiencias de un automóvil con prestaciones técnicas similares a los vehículos adquiridos por el DNP, pero esta vez con tecnología completamente a combustión es preciso acotar que las eficiencias rondan entre 28,4 km/galón y 49 km/galón, aproximadamente. La siguiente tabla muestra varias eficiencias bajo referencias distintas.

Tabla 6 - Patrones de referencia de eficiencia en vehículos a combustión

ID Referencia	Eficiencia de un automóvil a combustión (ICE-Internal combustion Engine)	Referencia
I	28,35 km/galón	Eficiencia promedio de los vehículos del DNP, adquiridos en promedio en el 2011.
II	41,58 km/galón	(UPME, Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

ID Referencia	Eficiencia de un automóvil a combustión (ICE-Internal combustion Engine)	Referencia
		Perdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética, 2018).
III	49,14 km/galón	Guidebook 2019, COPERT 5.4, European Environmental Agency, 2020.
IV	60,48 km/galón	(Steer, 2019)

Es importante mostrar diferentes referencias debido a que las condiciones de la flota de cada entidad son diferentes, algunas podrían tener vehículos a combustión de modelos recientes u otras podrían, por el contrario, tener vehículos muy antiguos y por ende con menores eficiencias. En secciones posteriores se retomarán estos valores para comparar los potenciales ahorros que podrían conseguirse comparándosele con diferentes patrones de referencia, de esta manera el lector podrá darse una idea que las condiciones de reemplazo y, por lo tanto, los ahorros, dependerán específicamente de las condiciones actuales de la flota y por supuesto, del recambio tecnológico que se haga.

3.3.4.6 Costo de combustibles.

Durante el plan MRV, se les pidió a los conductores que reportarán por medio del boleto de pago, la cantidad y el costo del combustible cada vez que el vehículo encendiera la luz del estanque de combustible bajo. Un ejemplo de este reporte se puede ver en la Figura 3.23. De este ejercicio resultó un historial de pagos por cada vehículo con el cual se elaboró un histograma que permite identificar la distribución del costo de combustible (ver Figura 3.24) con el cual se pudo identificar que existen dos vehículos que usualmente pagan más por el mismo tipo de combustible. Con esta información, junto con la descripción estadística del costo del combustible (ver Tabla 7), permitirá más adelante calcular los ahorros conseguidos al mejorar la eficiencia de los vehículos.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

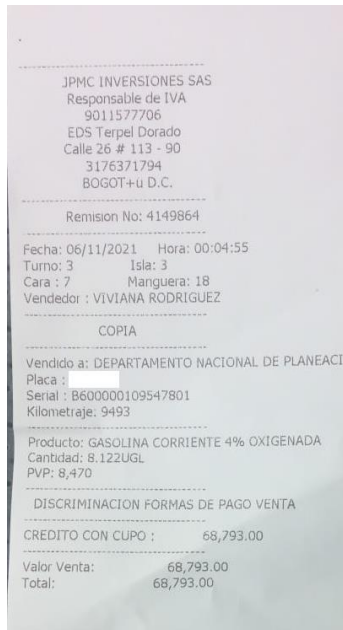


Figura 3.23 - Factura de compra de combustible.

Fuente: Inicio

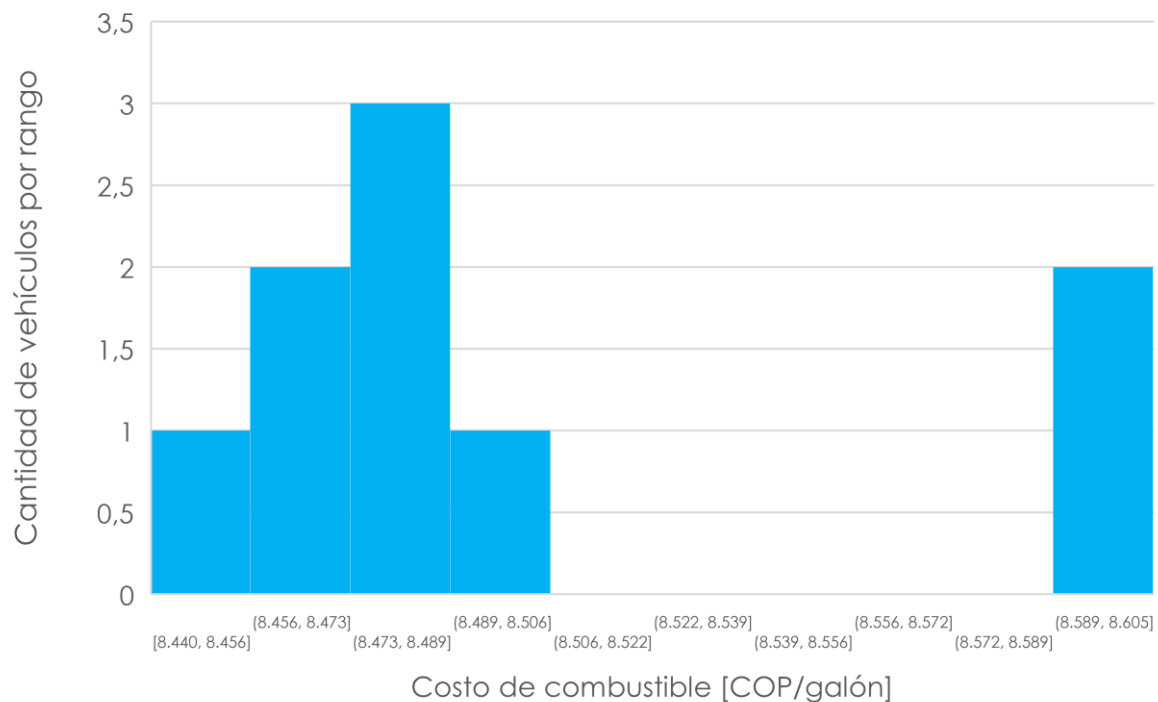


Figura 3.24 - Histograma del costo del combustible durante las 9 semanas de observación.

Fuente: Inicio

Los costos de combustible (gasolina corriente) del histograma anterior fluctúan principalmente por dos factores: el costo de la gasolina cambió durante el período de análisis y, los conductores no recargan combustible en la misma estación de servicio.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 7 Descripción estadística del costo del combustible recargado por los conductores del DNP.

Promedio de los 8 vehículos [COP/galón]	8501.4
Desviación estándar [COP/galón]	57.6
Valor mínimo [COP/galón]	8439.6
Valor máximo [COP/galón]	8605.2

Fuente: Inicio

3.3.4.7 Costos de adquisición (CAPEX), operación y mantenimiento (OPEX).

Los costos de adquisición de los vehículos, como también aquellos relacionados con la operación y mantenimiento, obedecen a costos históricos que el personal de la Subdirección Administrativa del DNP ha brindado para la comparación tecnológica de su flota vehicular. Como parte de este ejercicio, el personal del DNP reportó de forma detallada el costo de adquisición de los vehículos. En cuanto a los vehículos a combustión, se tiene un costo que oscila entre los 15.8 MMCOP y los 255 MMCOP; los 12 vehículos a combustión que tienen en la actualidad tienen un costo promedio de 74 MMCOP (Los vehículos a combustión fueron adquiridos entre 1993 y 2022). Por otro lado, los 11 vehículos híbridos que compró la entidad se hicieron en el rango de 85 MMCOP y 91 MMCOP, en promedio; el costo de adquisición de los vehículos híbridos fue de 86,9 MMCOP, 12 MMCOP más caro si se le compara con los vehículos a combustión. La Tabla 8 muestra los valores promedio de la flota DNP en base a los datos históricos anuales para CAPEX, OPEX: mantenimiento y combustible.

Tabla 8 CAPEX y OPEX anuales promedio de la flota DNP

Tipo de vehículo	CAPEX promedio [COP/año]	OPEX promedio Mantenimiento [COP/año]	OPEX promedio Combustible [COP/año]
Híbrido	82.000.000	-	1.000.000
Combustión	74.000.000	3.300.000	4.000.000

Fuente: Inicio

La información de mantenimiento para los HEVs no pudo ser recolectada ya que los vehículos híbridos al ser comprados mediante Acuerdo Marco de Precios de Colombia Compra Eficiente, las condiciones de adquisición estipulaban que: el mantenimiento preventivo para cada automotor será gratuito por los primeros 50.000 km o los dos primeros años lo que primero suceda. Ninguna de estas dos condiciones ha sido cumplida por ningún vehículo del DNP, motivo por el cual aún no se tiene un histórico de costos sobre el mantenimiento de los vehículos híbridos (estos han sido asumidos por el proveedor). Sin embargo, la Subdirección Administrativa sí ha logrado capturar datos respecto al costo operativo en que se incurre para la compra de combustible, en efecto, los históricos presentados por el DNP demuestran a priori, una de las ventajas que se ha venido anticipando sobre la tecnología híbrida y es que esta es más económica en términos de consumo de combustible (ver Tabla 8), donde se puede ver que, en promedio, un vehículo a combustión bajo las condiciones de operación del DNP consume en promedio anualmente 4 MMCOP, mientras que los vehículos híbridos

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

consumen anualmente en promedio 1 MM COP en combustible (75% menos gasto en combustible anual promedio).

3.3.4.8 Comparación de tecnologías y cálculo de ahorros proyectados en la entidad.

Con el ánimo de verificar los beneficios del recambio tecnológico realizado en el DNP se presentan los resultados en dos fases (ver Figura 3.25).

Figura 3.25 - Fases para el análisis y comparación de tecnologías y cálculo de ahorros en el DNP



Fuente: Inicio

La **primera fase de análisis** consiste en comparar y analizar los ahorros y mejoras al cambiar de **vehículos de combustión por vehículos híbridos**. De esta comparación se determinarán los beneficios económicos y ambientales conseguidos al realizar una transición tecnológica acorde a lo propuesto en la ley 1964 de 2019. Es decir, se cuantifica el impacto de la operación registrada durante la fase de monitoreo con un HEV y se hace el ejercicio comparativo de si esa misma operación se hubiera hecho con la tecnología equivalente de "status quo", en este caso, un vehículo a gasolina cuyos valores de eficiencia se presentaron en la Tabla 6. Luego, la primera comparación consiste en encontrar la diferencia entre la eficiencia de un automóvil a gasolina con respecto a la eficiencia inicial de los vehículos híbridos del DNP. Lo anterior se representa en la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 1: Cambio en eficiencia} = \text{Eficiencia(HEV)}_{\text{inicial}} - \text{Eficiencia (ICE)}$$

En donde:

$\text{Eficiencia(HEV)}_{\text{inicial}}$: Eficiencia inicial (en la primera semana de medición) de los vehículos híbridos del DNP

Eficiencia (ICE) = Eficiencia tipo de un automóvil a combustión que usa gasolina

Haciendo uso de la Ecuación 1, se puede calcular que el cambio de la eficiencia con respecto a los 4 valores que se referencian en la Tabla 6:

$$\text{Cambio en eficiencia (primer referencia de la Tabla 6)}^{10} = 70,45 \frac{\text{km}}{\text{galones}} - \frac{28,35\text{km}}{\text{galones}} = 42,1 \frac{\text{km}}{\text{galones}}$$

¹⁰ Se está calculando el cambio de eficiencia entre el promedio de la flota híbrida del DNP y un automóvil a combustión tipo del DNP.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

$$\text{Cambio en eficiencia (segunda referencia de la Tabla 6)}^{11} = 70,45 \frac{\text{km}}{\text{galones}} - \frac{41,58\text{km}}{\text{galones}} = 28,87 \frac{\text{km}}{\text{galones}}$$

$$\text{Cambio en eficiencia (tercera referencia de la Tabla 6)}^{12} = 70,45 \frac{\text{km}}{\text{galones}} - \frac{49,14\text{km}}{\text{galones}} = 21,31 \frac{\text{km}}{\text{galones}}$$

$$\text{Cambio en eficiencia (cuarta referencia de la Tabla 6)}^{13} = 70,45 \frac{\text{km}}{\text{galones}} - \frac{60,48\text{km}}{\text{galones}} = 9,97 \frac{\text{km}}{\text{galones}}$$

Se observa que la diferencia encontrada de eficiencia en la primera fase de comparación entre los valores reales obtenidos para la flota HEV y las referencias a gasolina citadas en la Tabla 6 varían entre los 9,97 km/gal y 42,1 km/gal, equivalentes a un 14% y 60% menos que la eficiencia de real obtenida para la operación del DNP con HEVs.

Con base al cálculo del cambio en la eficiencia, se calcula la cantidad de combustible que anualmente el DNP podría ahorrarse al mejorar la tecnología de su flota, según se muestra en la Ecuación 2.

$$\text{Ecuación 2: Ahorro de combustible} = \frac{\text{Distancia anual recorrida}}{\text{Eficiencia (ICE)}} - \frac{\text{Distancia anual recorrida}}{\text{Eficiencia(HEV)}_{\text{inicial}}}$$

La distancia anual recorrida por cada vehículo puede obtenerse de la Tabla 3, donde se mostró que la distancia semanal recorrida por un vehículo del DNP en promedio está en 313.7 km. Si este valor lo llevamos a años (al multiplicar por las 52 semanas que componen un año) se puede determinar que en promedio anualmente un vehículo del **DNP recorre 16.310 km**. Con base a la información anterior y haciendo uso de la Ecuación 2 se puede calcular el ahorro de combustible por vehículo en el DNP. Un ejemplo se presenta a continuación usando la eficiencia de vehículo a combustión tipo del DNP (28,35km/galón):

$$\text{Ahorro de combustible} = \frac{16.310 \text{ km/vehículo/año}}{28,35 \frac{\text{km}}{\text{galón}}} - \frac{16.310 \text{ km/vehículo/año}}{70,45 \frac{\text{km}}{\text{galón}}} = 353 \text{ galones/vehículo/año}$$

Si este mismo ejercicio se hace con las cuatro referencias citadas en la Tabla 6, se obtiene el siguiente gráfico.

¹¹ Se está calculando el cambio de eficiencia entre el promedio de la flota híbrida del DNP y un automóvil a combustión tipo según el balance de energía para Colombia.

¹² Se está calculando el cambio de eficiencia entre el promedio de la flota híbrida del DNP y un automóvil a combustión tipo según el European Environmental Agency.

¹³ Se está calculando el cambio de eficiencia entre el promedio de la flota híbrida del DNP y un automóvil a combustión tipo según el programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

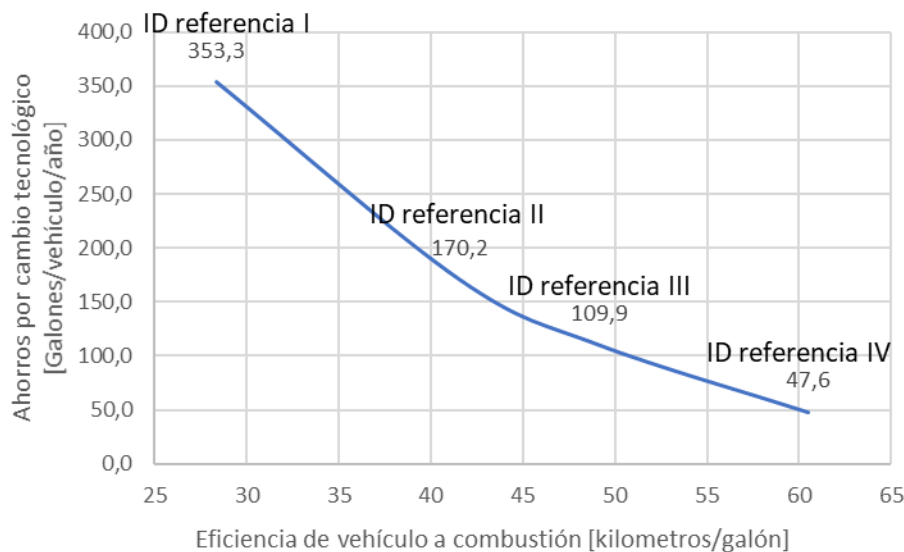


Figura 3.26 - Ahorro por cambio tecnológico, empleando las 4 referencias de la tabla 6

Al calcular este valor, es posible determinar de forma indirecta, los ahorros económicos y ambientales al dejar de consumir esta cantidad de combustible anualmente. La Ecuación 3 muestra cómo emplear esta cifra para calcular los ahorros económicos anuales, la Ecuación 4 muestra cómo calcular los ahorros de GEI mientras que la Ecuación 5 muestra el ahorro de no-GEI para Material Particulado (Entiéndase no-GEI como contaminantes que, si bien no contribuyen al cambio climático, estos si afectan la calidad del aire)

Ecuación 3: $Ahorro\ económico = Ahorro\ de\ combustible * Costo\ promedio\ de\ combustible$

Ecuación 4: $Reducción\ de\ GEI = Ahorro\ de\ combustible * Factor\ de\ emisión\ (CO_{2eq})$

Ecuación 5: $Reducción\ de\ no - GEI = Ahorro\ de\ combustible * Factor\ de\ emisión\ (PM)$

Para hacer uso de las ecuaciones anteriores, es necesario primero definir: el costo promedio de combustible (Tabla 7), factor de emisión de CO_{2eq} de un automóvil a combustión que usa gasolina y el factor de emisión de no-GEI como lo es el material particulado (PM) de un automóvil a gasolina. Estos valores son presentados en la Tabla 9, por medio de la cual se procederá a calcular los ahorros económicos y ambientales.

Tabla 9 - Elaboración propia con base a (Steer, 2019)

Tipo vehículo	Combustible	Costo promedio del combustible [COP/galón]	Factores de emisión [kg/galón]	
			CO _{2eq}	PM
Automóvil	Gasolina	8501.41	0.3	0.00001

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Si el cálculo se hace por vehículo y, considerando la referencia de vehículos a combustión expuesta en la Tabla 6, es decir, considerando que el ahorro de combustible anual por vehículo varía según la referencia que se emplee, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 10 - Ahorros por vehículo, considerando diferentes referencias de vehículos a combustión.

ID Referencia Respecto a Tabla 6	Eficiencia del vehículo a combustión [Km/galón]	Ahorro económico [COP/vehículo/año]	Reducción de GEI promedio [kgCO2eq/vehículos/año.]	Reducción de no-GEI promedio [PM/vehículos/año]
I	28,35	3.003.284,4	106,0	0,004
II	41,58	1.447.097,0	51,1	0,002
III	49,14	934.068,2	33,0	0,001
IV	60,48	405.007,2	14,3	0,0005

Por otro lado, si se considera que en el DNP se cambiaron 11 vehículos de combustión por 11 híbridos, los ahorros ascienden así:

Tabla 11 - Ahorro total de los 11 vehículos del DNP, considerando diferentes referencias de vehículos a combustión.

ID Referencia Respecto a Tabla 6	Eficiencia del vehículo a combustión [Km/galón]	Ahorro económico [COP/año]	Reducción de GEI promedio [kgCO2eq/año.]	Reducción de no-GEI promedio [PM/año]
I	28,35	33.036.128,3	1.165,8	0,0389
II	41,58	15.918.067,0	561,7	0,0187
III	49,14	10.274.750,0	362,6	0,0121
IV	60,48	4.455.079,5	157,2	0,0052

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

En cuanto a la **segunda fase de análisis** de la Figura 3.25, se comparan los beneficios luego de aplicar el plan de MRV, donde se mejoran aún más las eficiencias para los HEVs del DNP. El análisis para esta fase es esencialmente el mismo que se ha venido desarrollando para la fase 1, con la diferencia que ahora se comparara entre los mismos vehículos, vistos en la fase inicial de medición (telemática y manual) con respecto a las últimas mediciones que se realizaron durante las 9 semanas que constituyeron el plan piloto de MRV con el DNP.

Luego, para la fase dos, modificando ligeramente la Ecuación 1 se podría calcular el cambio de eficiencia entre el inicio ($Eficiencia(HEV)_{inicial}$) del plan piloto y el final ($Eficiencia(HEV)_{final}$). La Ecuación 1 modificada da lugar a la siguiente definición:

$$\text{Ecuación 6: Cambio en eficiencia} = Eficiencia(HEV)_{inicial} - Eficiencia(HEV)_{final}$$

Donde

$$Eficiencia(HEV)_{inicial} = 70,30 \text{ km/galón, (ver Tabla 4)}$$

$$Eficiencia(HEV)_{final} = 73,33 \text{ km/galón (ver Tabla 5)}$$

Por lo tanto, el cambio en eficiencia por implementar el plan MRV resulta ser de 3.03 km/galón, equivalente a una mejora promedio de 4% respecto a la eficiencia de HEVs obtenida al comienzo del monitoreo. Repitiendo el procedimiento realizado en la fase 1 de este análisis, podemos replicar el concepto de la Ecuación 2 para poder determinar el ahorro anual de combustible por consecuencia de la implementación del MRV:

$$\text{Ecuación 7: Ahorro de combustible} = \frac{\text{Distancia anual recorrida}}{Eficiencia(HEV)_{inicial}} - \frac{\text{Distancia anual recorrida}}{Eficiencia(HEV)_{final}}$$

Desarrollando y reemplazando los respectivos valores de la Ecuación 7 se tiene:

$$\text{Ahorro de combustible} = \frac{16.310 \text{ km/vehículo/año}}{70,3 \frac{\text{km}}{\text{galón}}} - \frac{16.310 \frac{\text{km}}{\text{vehículo/año}}}{73,33 \frac{\text{km}}{\text{galón}}} = 136,83 \text{ galones/vehículo/año}$$

El ahorro de combustible de cada vehículo aplicando el proceso de MRV propuesto en las secciones 3.1 y 3.2 de este documento logró un ahorro anual proyectado por vehículo de 136,83 galones. Siguiendo la lógica que se empleó en la primera fase de este análisis también se **pueden calcular los impactos económicos y ambientales adicionales a los ya obtenidos en la Fase 1:**

- **Ahorro económico promedio:** 81.218 COP/vehículo/año.
- **Reducción de GEI promedio:** 3.3 kgCO_{2eq}/vehículos/año.
- **Reducción de no-GEI promedio:** 0.00006 kg PM/vehículos/año.

Totalizando los resultados para los 11 vehículos se obtiene:

- **Ahorro económico promedio:** 893.402 COP/año.
- **Reducción de GEI promedio:** 36.8 kgCO_{2eq}/año.
- **Reducción de no-GEI promedio:** 0.0006 kg PM/año.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

De los resultados anteriores se puede deducir que tanto la transición tecnológica como también la implementación del MRV dentro de la flota del DNP, obtuvieron resultados satisfactorios, pues, se obtuvieron ahorros tanto económicos como también ambientales, y éstos fueron optimizados, producto del ejercicio aplicado con el piloto de MRV.

Si se totalizan los efectos de la fase 1 y la fase 2 de este análisis, es posible detallar el efecto total que se tiene cuando una entidad como el DNP no solo realiza la transición tecnológica, sino que también se da a la tarea de optimizar sus recursos a través de la disposición de su capital humano para el monitoreo (ver Tabla 12).

Tabla 12 - Resultados de haber cambiado 11 vehículos de combustión por 11 híbridos en el DNP, empleando diferentes referencias de eficiencia de vehículos a combustión.

ID Referencia Respecto a Tabla 6	Eficiencia del vehículo a combustión [Km/galón]	Ahorro económico [COP/flota/año]	Reducción de GEI promedio [kgCO ₂ eq/flota/año.]	Reducción de no-GEI promedio [PM/flota/año]
I	28,35	33.929.530,3	1.202,6	0,0395
II	41,58	16.811.469,0	598,5	0,0193
III	49,14	11.168.152,0	399,4	0,0127
IV	60,48	5.348.481,5	194,0	0,0058

Fuente: Inicio

Con la información anterior, también puede monetizarse los ahorros provenientes de la reducción de GEI al considerar que, a nivel mundial, y también en el caso colombiano, se han creado mecanismos mediante los cuales se “estimula” la reducción de GEI a través de bonos de carbono. Un bono de carbono representa la reducción de una tonelada de dióxido de carbono o su equivalente de gases de efecto invernadero, el costo de esta tonelada ascendía en 2021 a 17.660 COP. Por lo tanto, el DNP podría conseguir un beneficio económico máximo de 21.192 COP/año y un mínimo de 3.426 COP/año de acuerdo con el patrón de referencia empleado.

Para concluir este análisis, se introduce el concepto de costo total de propiedad (CTP). El CTP totaliza todos los costos asociados a poseer un vehículo y los normaliza por los kilómetros totales para poder determinar el verdadero costo en el que incurre el dueño/comprador de un vehículo. De esta manera no solo se tiene en cuenta el costo de adquirir el vehículo (CAPEX) sino también sus costos de operación asociados (OPEX). Para entender mejor este concepto se ha elaborado la siguiente figura:

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 3.27 - Costo total de propiedad.



Fuente: Inicio

El CTP sirve para comparar el cambio tecnológico de manera tal que pone en perspectiva no solo la adquisición de un vehículo sino también los costos de operación a lo largo de su vida útil. Se calcula el CTP para un vehículo híbrido y uno a combustión, considerando los siguientes supuestos:

- El CAPEX para el vehículo híbrido y el vehículo a combustión será el promedio que corresponde a cada tecnología reportado por el DNP (ver Tabla 8).
- Se asumirá el mismo costo financiero para adquirir ambas tecnologías (0%, compra de contado).
- El costo de mantenimiento del vehículo a combustión será igual al reportado por el DNP (ver Tabla 8).
- El costo de mantenimiento del vehículo híbrido será igual al 42 % del vehículo a combustión, según bibliografía consultada (UPME, Herramienta para cambio vehicular, 2021).
- Se aplican todos los impuestos pertinentes a cada tecnología considerando los beneficios fiscales del vehículo híbrido.
- Se han considerado 8 años para el análisis del CTP (vida útil de ambos vehículos).
- Se ha ignorado el costo de chatarrización o venta.
- Se emplean las distancias promedio de los vehículos del DNP reportadas en la Tabla 3 (313,65km/semana, considerando un año tipo de 52 semanas da una actividad por vehículo de 16.310 km/año).

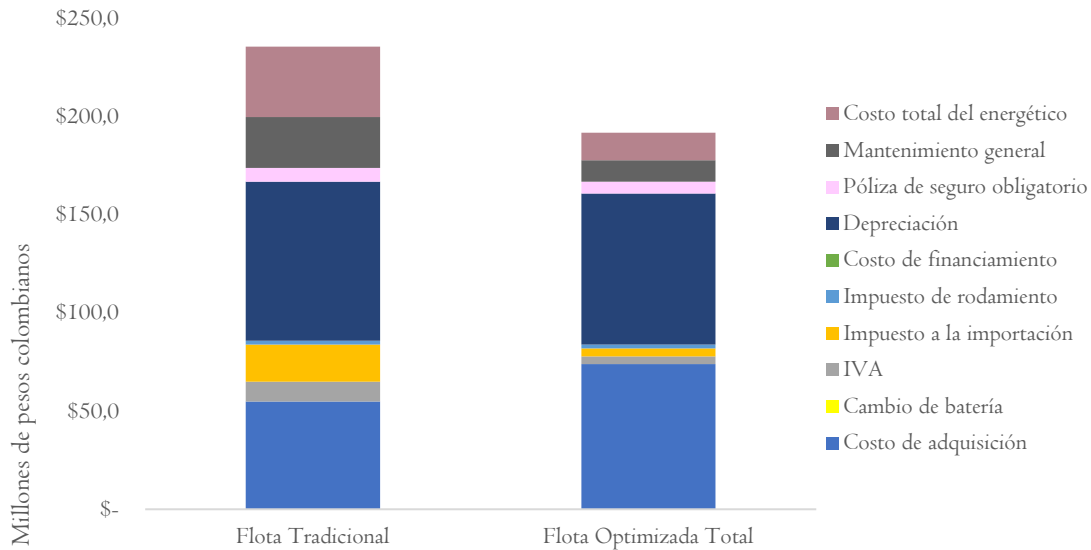
Considerando los supuestos anteriores, se obtiene que el CTP de un vehículo a combustión bajo las condiciones de operación en el DNP (ID III de la tabla 6) es de 236 millones de pesos colombianos, mientras que el vehículo híbrido tendría un CTP de 192 millones de pesos colombianos, lo anterior representa una disminución de 44 millones de pesos (-19% respecto al vehículo a combustión), durante un período de 8 años.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

La Figura 3.28 muestra la descomposición de todos los costos que fueron considerados para el ejemplo (Mayor detalle sobre el uso de la herramienta y la generación de estos resultados puede verse en detalle en el Anexo 7.3).

Figura 3.28 - Cálculo del CTP para vehículo a combustión vs. Lo híbrido en condiciones de operación promedio en el DNP.



Fuente: Inicio

En la figura anterior se hace evidente que el CTP del híbrido es menor que su equivalente en el vehículo a combustión, mientras que en la Tabla 13 se muestran los resultados del CTP según las componentes de CAPEX, administrativos, mantenimiento (OPEX) y energético.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 13 - Descomposición del CTP en CAPEX (8 años), Administrativos, mantenimiento y energético
(Fuente: (UPME, Herramienta para cambio vehicular, 2021))

		Vehículo a combustión	Vehículo híbrido	% Ahorro
1. CAPEX	Costo de adquisición	\$ 55.000.000	\$ 74.000.000	-35%
	Cambio de batería	\$ -	\$ -	0%
2. ADMINISTRATIVOS	IVA	\$ 10.000.000	\$ 4.000.000	60%
	Impuesto a la importación	\$ 19.000.000	\$ 4.000.000	79%
	Impuesto de rodamiento	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	0%
	Costo de financiamiento	\$ -	\$ -	0%
	Depreciación	\$ 81.000.000	\$ 77.000.000	5%
	Póliza de seguro obligatorio	\$ 7.000.000	\$ 6.000.000	14%
3. MANTENIMIENTO	Mantenimiento general	\$ 26.000.000	\$ 11.000.000	58%
4. ENERGÉTICO	Costo total del energético	\$ 36.000.000	\$ 14.000.000	61%
CTP TOTAL (COP)		\$ 236.000.000	\$ 192.000.000	19%
CTP (COP/Km)		\$ 1.802	\$ 1.449	20%

Fuente: Inicio

Se observa que el CAPEX es un 35 % más alto en los vehículos híbridos que aquellos a combustión, motivo por el cual se suele creer que los vehículos de cero y bajas emisiones son más costosos. Aun así, cuando se analizan las demás componentes, se puede evidenciar en la columna de ahorro que en los otros componentes con las que se calculó el CTP, los vehículos híbridos resultan más económicos.

Por su parte, en cuanto a los costos administrativos, los vehículos híbridos son más baratos, en mantenimiento pasa exactamente lo mismo, pero el componente que más llama la atención es el ahorro por causa de los costos asociados al energético (costo del combustible). En este último elemento se consigue un ahorro de 22 millones de pesos a lo largo de los 8 años de análisis desarrollado. Este último ahorro es coherente con el análisis que se ha venido desarrollando, en donde en repetidas ocasiones se ha mencionado que la mejora en la eficiencia de los vehículos híbridos con respecto a los de combustión, representan un menor consumo de recursos energéticos y, por ende, un ahorro que a largo plazo y, por ende, un beneficio económico para las entidades.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Como conclusión, la transición tecnológica no solo representa beneficios ambientales para la sociedad, esta, también es una potencial herramienta para mejorar el uso de los recursos públicos. Si bien, las entidades podrán ver en un inicio que los vehículos de cero y bajas emisiones tienen un CAPEX mayor, en realidad esto no debería ser un motivo de preocupación ya que como se ha venido demostrando, las mejoras tecnológicas de los vehículos de cero y bajas emisiones compensan aquel costo inicial.

Si bien el DNP fue pionero en el cumplimiento de la Ley 1964 del 2019, acudiendo a la adquisición de vehículos híbridos, se sugiere que las entidades que sigan este ejemplo decidan hacerlo dando un paso extra, es decir, haciendo la transición tecnológica directamente a vehículos eléctricos con batería (BEV). Esta sugerencia radica en la capacidad que tiene esta tecnología de potencializar aún más los beneficios comentados a lo largo de este capítulo.

4 HOJA DE RUTA

La hoja de ruta que se expondrá a continuación parte de las experiencias obtenidas a través del proyecto con la UPME y el BID (**UPME BID CO-T1501-P003**), a través del cual se diagnosticaron cinco ejes estratégicos en los que tendrá que trabajar a nivel de ecosistema colombiano con el ánimo de cumplir e incentivar la adopción de tecnologías de cero y bajas emisiones en el sector transporte, para dar cumplimiento a la meta de adopción por parte de las entidades públicas de un 30% de vehículos eléctricos al 2025.

Considerando lo anterior, en esta sección se expone una **hoja de ruta (HdR) para la electrificación de vehículos del sector público colombiano**, con la cual se pretende contribuir a los objetivos nacionales en materia de electrificación de la flota pública con base a las lecciones aprendidas en el proyecto financiado por el BID, junto con el apoyo de la UPME. Dicha HdR se desarrolla a partir de 6 elementos centrales, las cuales pueden verse en la Figura 4.1.



Figura 4.1 - Elementos centrales para la elaboración de la Hoja de Ruta para la electrificación de vehículos del sector público colombiano. (Fuente: Elaboración propia)

Fuente: Inicio

4.1 Diagnóstico

El desarrollo de las actividades del proyecto para la estructuración de un piloto de flotas públicas con vehículos eléctricos fue dejando a la luz una serie de brechas que se estructuraron en un diagnóstico con 5 ejes estratégicos (ver Figura 4.2). Cada eje se define en función del nivel de involucramiento por parte de las entidades con respecto a la adopción de la movilidad eléctrica, es decir que, el diagnóstico realizado parte del cómo las entidades gradualmente van empoderándose del proceso técnico-económico y procura que implica el adquirir VEs.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

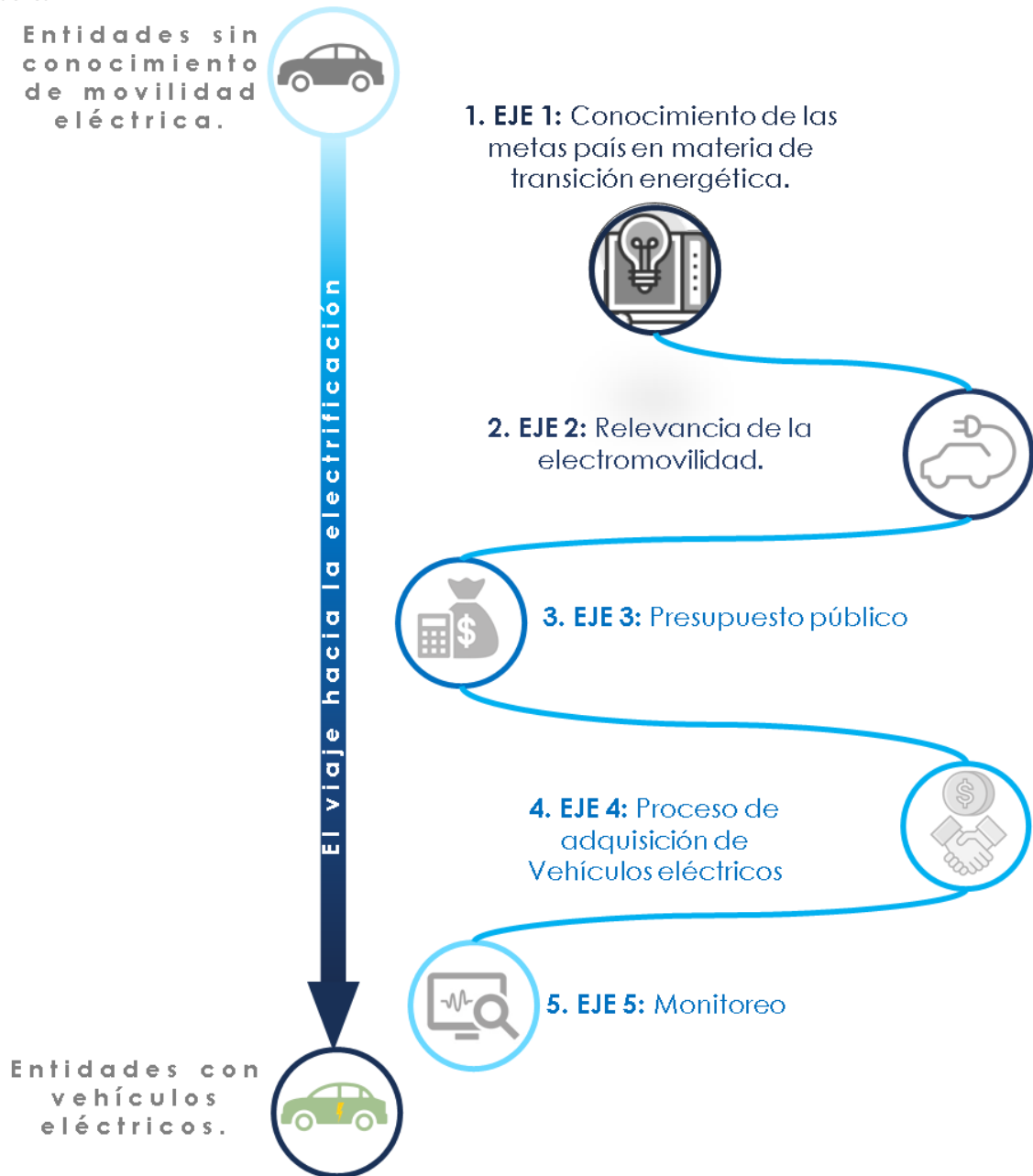


Figura 4.2 - Ejes estratégicos de la hoja de ruta para la electrificación de vehículos del sector público colombiano. (Fuente: Elaboración propia).

EJE 1 -Conocimiento de las metas país en materia de transición energética: en el camino hacia la descarbonización y, por ende, la electrificación de la flota vehicular de las entidades de orden nacional y territorial, el primer paso es posicionar e involucrar a los actores de interés. En este sentido, se identificó que algunas entidades disponen de personas e incluso equipos técnicos encargados de los temas ambientales. Sin embargo, bajo la experiencia recolectada, no es así en todos los casos, y cuando las competencias dentro de la entidad existen, muchas veces no es posible alcanzar un involucramiento multinivel dentro de la entidad. Esto significa que el conocimiento no logra ser apropiado por todos los miembros de la entidad y por ende no se pone como

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

objetivo común cumplir con las metas establecidas.

Subestimar el impacto que la entidad puede tener en cuanto a su aporte en la transición energética también fue identificado como una barrera inicial, pues no se contempla el potencial de ahorros que podría derivarse al adoptar nuevas y mejores prácticas en el uso de sus recursos, sobre todo de los energéticos.

Por lo anterior, este eje estratégico destaca la importancia de involucrar transversalmente a todos los funcionarios públicos en materia de transición energética y su posicionamiento entre las prioridades de ejecución para cumplir los objetivos que el gobierno colombiano se ha planteado internamente y a nivel internacional.

EJE 2 - Relevancia de la electromovilidad: la participación de los actores relevantes durante el proyecto fue presentando una desviación creciente entre la convocatoria inicial dentro de las actividades del proyecto y la participación hacia la etapa final de implementación de VEs. El proyecto comenzó con más de 30 entidades identificadas, 2 decidieron hacer el recambio de su flota (parcialmente, es decir, no de toda su flota sino alguno de sus vehículos) para lo cual tuvieron que ejecutar acciones para realizar los cambios en su presupuesto del 2021, y así poder adquirir vehículos de cero y/o bajas emisiones.

Durante esta fase del proyecto, se detectó la **relevancia de la electromovilidad** como uno de los ejes principales de trabajo ya que:

- La electromovilidad al igual que las metas de descarbonización a nivel país no siempre están posicionadas dentro de los lineamientos estratégicos de las entidades.
- La Ley 1964 del 2019 y sus metas no son conocidas de manera generalizada dentro de las entidades. No todas las entidades cuentan con los equipos dedicados a mapear e identificar las exigencias ambientales que tienen, como tampoco los plazos establecidos para las mismas. En materia de electromovilidad, se intensifica esta situación al ser un tema tan particular y concreto.
- En aquellas entidades que sí tienen equipos con el conocimiento técnico y regulatorio para impulsar la electromovilidad, estos, se enfrentan con la dificultad de tener que justificar el recambio múltiples veces a nivel interno. Estas dificultades pueden ser económicas, técnicas, regulatorias, entre otras. Para esto, durante el proyecto (**UPME CO-T1501-P003**) se ha desarrollado una herramienta con la cual, las entidades podrán robustecer los argumentos mediante los cuales se justifican el cambio tecnológico desde una perspectiva de optimización ambiental y/o económica¹⁴.
- Los equipos que impulsan la electromovilidad carecen muchas veces de metas específicas validadas a nivel interno, es decir, frecuentemente se evidencia que dentro de las entidades exista una hoja de ruta con alcance, tiempos y presupuestos bien definidos para la adopción de la movilidad de cero y/o bajas emisiones.

¹⁴ Más detalles de esta herramienta en Anexo 7.2.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

EJE 3 - Presupuesto público: una vez superadas las barreras en cuanto al conocimiento de los compromisos nacionales en transición energética y adopción de la electromovilidad, el siguiente reto es asumir el presupuesto requerido para cumplir con la cuota de vehículos eléctricos dictado en la Ley 1964. En materia de presupuesto se evidenciaron las siguientes brechas:

- Lineamiento nacional de austeridad del gasto por cuenta de la pandemia frenó toda decisión de desembolsos de fondos públicos no prioritarios, dificultando iniciar cualquier proceso de compra de VEs.
- Para el proyecto, hacer compras de VEs el 2021 implicaba tener que reasignar partidas presupuestarias ya aprobadas el 2020, gestión compleja pero no imposible (MADS lo logró conseguir).

Adicionalmente, se debe entender que el proyecto (**UPME CO-T1501-P003**) se dio bajo un contexto de austeridad en el gasto debido a la presencia de la pandemia del COVID 19, la cual condicionó a las entidades participantes a restringir la decisión respecto a adquirir vehículos eléctricos. Si bien, las condiciones no fueron las más propicias, el proyecto permitió evidenciar que, en la asignación presupuestal para adquirir vehículos eléctricos se suele tener en cuenta únicamente el costo de adquisición de los vehículos y se pierde la oportunidad de considerar el costo total de propiedad (CTP), el cual permite considerar los costos asociados en todo el ciclo de vida del vehículo.

La herramienta para la optimización de las flotas les permite a las entidades identificar el CTP de sus flotas actuales y comprarlas con el CTP de una flota eléctrica que permita suplir todas las necesidades técnicas por parte de la entidad y, al mismo tiempo, optimizar los recursos económicos. Estos resultados permiten respaldar las decisiones de cambio tecnológico ante las entidades de control como la procuraduría, como también los controles internos dentro de cada entidad.

EJE 4 - Proceso de adquisición de vehículos eléctricos: las compras por parte de entidades de orden nacional y territorial deben estar enmarcadas por un Acuerdo Marco de Precios (AMP), y en el caso de compra de vehículos de cero y bajas emisiones el acuerdo que aplica es el denominado **vehículos III CCENEG-022-1-2019**, el cual establece:

- Las condiciones para la adquisición de Vehículos con Mantenimiento Preventivo, Adecuaciones Básicas, Adecuaciones Especiales y Accesorios al amparo del Acuerdo Marco de Precios.
- Las condiciones en las cuales las Entidades Compradoras se vinculan al Acuerdo Marco de Precios
- Las condiciones para el pago de los Vehículos con el Mantenimiento Preventivo, las Adecuaciones y Accesorios por parte de las Entidades Compradoras.

Los acuerdos marco, como este que rige la compra de vehículos de cero y bajas emisiones son mediados por **Colombia Compra Eficiente (CCE)**, entidad dependiente del Departamento Nacional de Planeación (DNP). Con este tipo de acuerdos, CCE ofrece a los partícipes del sistema de compra pública, herramientas para facilitar los procesos y fortalecer sus capacidades para obtener mayor valor por el dinero público

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

en el Sistema de Compra Pública Colombiana¹⁵.

En la ejecución del proyecto (**UPME CO-T1501-P003**) se identificaron las siguientes brechas respecto del proceso de adquisición de vehículos eléctricos por parte de entidades públicas a través de CCE:

- Oferta de Vehículos eléctricos poco diversa para las necesidades de los actores relevantes, sumado a que el mecanismo de compra (Colombia Compra Eficiente) no se actualiza al ritmo que el mercado de Vehículos eléctricos evoluciona en Colombia, haciendo aún más reducida la oferta.
- La oferta de Vehículos eléctricos requiere de más marcas y modelos para cubrir requerimientos de las entidades.
- La mayor oferta de Vehículos eléctricos en Colombia no se refleja en los Convenios Marco de Colombia Compra Eficiente
- Entidades al momento de compra en Colombia Compra tienen problemas de segmentación de Vehículos eléctricos que impacta en la selección final.
- Proveedores de Colombia Compra no tienen stock y hacen perder tiempo a entidades en trámites que no finalizan exitosamente en la compra de los vehículos.

A pesar de las dificultades, durante el desarrollo de la actividad reportada en el capítulo 2 se lograron adquirir 2 BEVs a través de la plataforma CCE que, si bien tiene varias oportunidades de mejora, este ayuda a las entidades en materia de optimizar los recursos en el sentido de contar con la posibilidad de conglomerar parte de la oferta disponible en el mercado colombiano y de la misma manera una negociación con proveedores que le permite a las entidades acceder a precios competitivos.

EJE 5 - Monitoreo: Durante el proyecto, se identificó que las entidades carecen de un sistema de monitoreo sobre su flota vehicular, por lo tanto, se suelen desconocer las condiciones de operación real de los vehículos, operando muchas veces fuera del punto óptimo de cada tecnología. Por tal motivo, el quinto eje de esta hoja de ruta comprende la implementación de sistemas de monitoreo que le permitan a las entidades verificar los puntos de operación real de los vehículos eléctricos y así, garantizar que se estén aprovechando al máximo las ventajas tecnológicas. Las brechas identificadas en este sentido fueron:

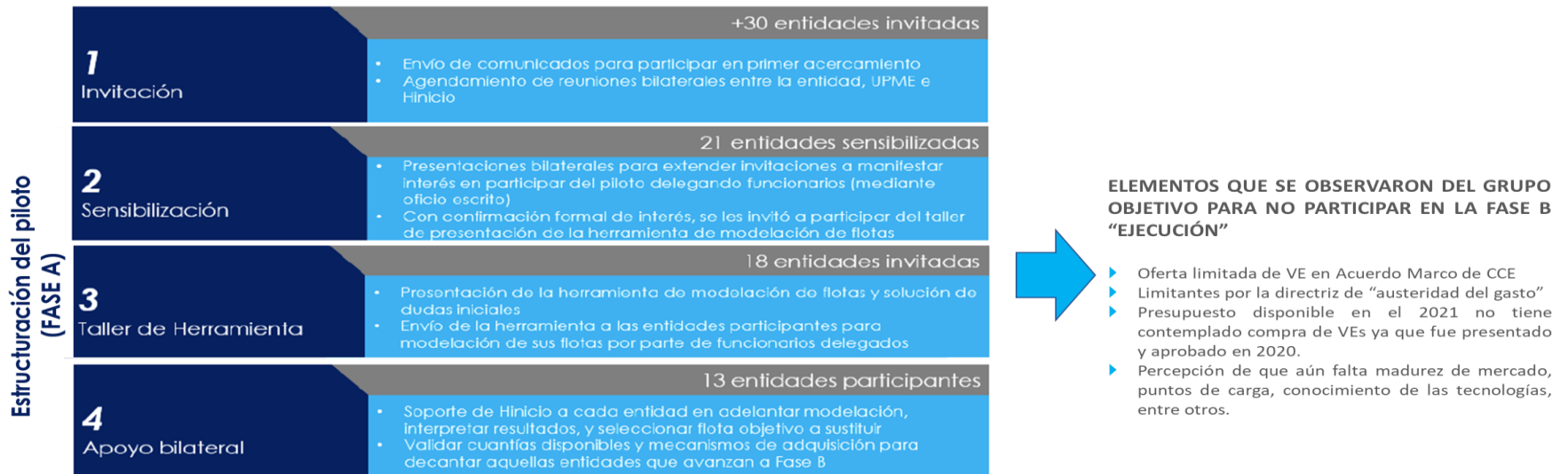
- Las entidades que deciden incorporar vehículos de cero y/o bajas emisiones a su flota, no consideran recursos para llevar un plan de monitoreo que permita conocer objetivamente los beneficios de la electromovilidad.
- Las entidades no saben si están aprovechando el mejor rendimiento a los vehículos que adquirieron.
- Por la falta de mecanismos de monitoreo, las entidades carecen de datos para justificar la ampliación y/o adquisición de flota vehicular eléctrica.

Con el ánimo de ilustrar el proceso de este proyecto, la Figura 4.3 muestra las fases del proyecto y cómo las entidades fueron desistiendo de la electrificación de sus flotas debido a las barreras ya mencionadas.

¹⁵ Más información puede ser consultada en la Guía Metodológica, Anexo 7.2

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones



Las brechas identificadas en el diagnóstico de la hoja de ruta desviaron el grupo de la Fase A

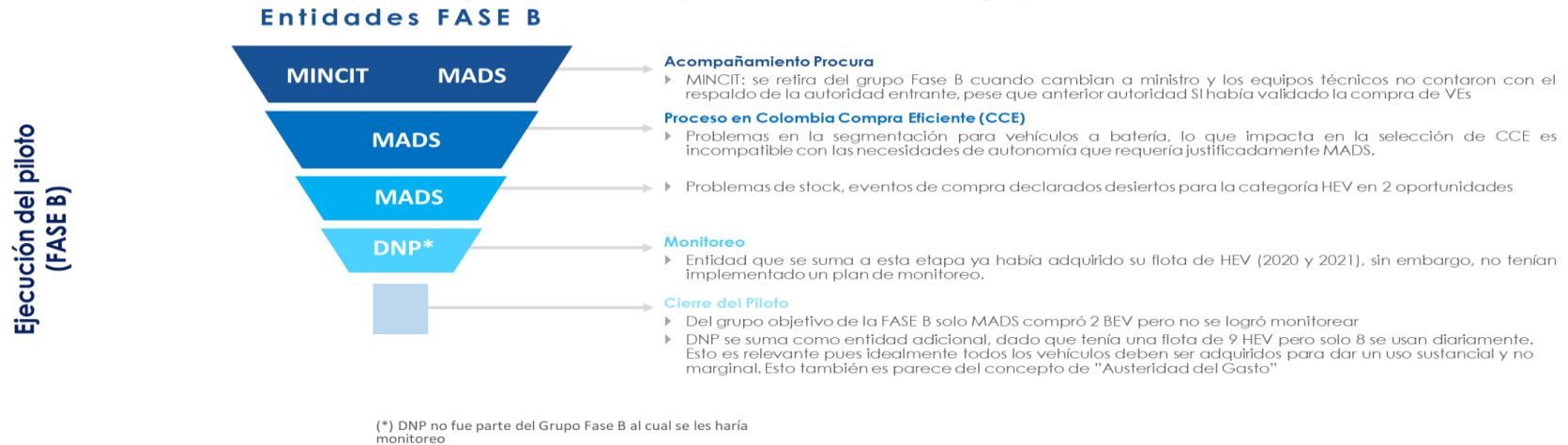


Figura 4.3 - Fases del proyecto (UPME CO-T1501-P003) e identificación de barreras y oportunidades de mejora para la adopción de la movilidad eléctrica en entidades públicas de orden nacional y territorial.

4.2 Visión, metas y tiempos de la hoja de ruta

La visión de esta hoja de ruta es contribuir a la transición energética en las flotas vehiculares dentro de las entidades públicas de orden nacional y territorial para tener implementado al 2025 el 30% de la flota vehicular con tecnología eléctrica.

Esto se logrará a través de la continuidad del proyecto de la **UPME CO-T1501-P003** y el diagnóstico derivado del mismo, para promover la colaboración entre los actores públicos y privados, contribuyendo a la descarbonización del sector transporte que aspira Colombia.

La hoja de ruta propuesta, al igual que el horizonte de tiempo estipulado en la Ley 1964 del 2019 en su artículo 8, comprende un **horizonte de tiempo a 2025**, es decir, esta se focaliza en poder generar la transición inicial de adopción de la electromovilidad en el público objetivo para que post 2025, con base a toda la información generada y su respectiva difusión, se inflencie en la adopción masiva de la electromovilidad.

Con base al diagnóstico presentado en la sección anterior y enfatizando en el proceso llevado a lo largo del proyecto piloto (ver Figura 4.3), se proponen las siguientes metas:

- Al menos el 60% del grupo de la fase A presenten el presupuesto para vehículos eléctricos, siendo este ejecutado en 2024 (El listado de las entidades que hicieron parte de la Fase A de este piloto se incluye como anexo de este trabajo).
- El 100% del grupo de la fase A cumpla con la meta estipulada en la Ley 1964 del 2019, siendo esta la participación del 30% de vehículos eléctricos que sean comprados o contratados por cada entidad a 2025.
- La oferta de vehículos eléctricos aumente dentro de Colombia Compra Eficiente al 2023, con respecto a lo existente a fines del 2021. Representando en la medida de lo posible la oferta comercial de vehículos eléctricos del país.
- Esclarecer la responsabilidad de los actores identificados para la divulgación, promoción y adopción de la movilidad eléctrica dentro de las entidades públicas de orden nacional y territorial.

Como se denotará a continuación, la hoja de ruta propuesta se realiza a través del reconocimiento de los cinco ejes estratégicos identificados durante el diagnóstico, los cuales a su vez constituirán una serie de iniciativas y acciones que se tendrán que llevar a cabo para acortas las brechas identificadas. Dichas iniciativas y acciones serán mencionadas con los actores responsables de las mismas y se responderán las preguntas de qué, quién y cuándo se deberían solucionar las brechas identificadas en la fase de diagnóstico para cada uno de los ejes estratégicos.

4.3 Iniciativas, acciones y recursos de la hoja de ruta

Como ya se adelantó, los ejes estratégicos identificados a través del diagnóstico de la sección anterior actuarán como columna vertebral de la hoja de ruta. En la Figura 4.4 se puede observar la Hoja de Ruta propuesta según lo descrito en las secciones previas, destacándose los siguientes puntos:

- El panorama previsto para la HdR comprende 4 años, desde el 2022 hasta el 2025.
- Se ha considerado el cambio de gobierno que tiene lugar a mediados del 2022.
- Se considera el cambio de gobierno como una oportunidad para retomar con más fuerza los temas de transición energética y con ello, las iniciativas para la electrificación de la flota pública. Para esto se asume que en el cambio de gobierno se realice una gestión de alto nivel que posicione la movilidad eléctrica como una de las prioridades del gobierno entrante.
- Cada eje estratégico tiene por lo menos una iniciativa que está acotada en el tiempo, si bien, hay algunas iniciativas que se traslapan, se debe considerar que cada iniciativa tiene sus propios encargados, habilitadores, recursos, tiempos de ejecución y, por lo tanto, cada iniciativa es independiente entre sí.
- La independencia de cada iniciativa no se traduce en una desconexión entre ellas, el éxito de la HdR radica en parte, en la coordinación entre los diferentes encargados para dar continuidad y claridad a las entidades en su viaje hacia la electrificación de sus flotas vehiculares.

En cuanto a los actores encargados para cada iniciativa, vale la pena aclarar que cada uno de estos es el principal involucrado de promover que las iniciativas en cada eje se cumplan, sin embargo, se espera que todos los actores habilitadores desempeñen un papel activo dentro de ella.

Con respecto a los cronogramas para cada eje estratégico, se resaltan los siguientes puntos:

- La fecha límite de ejecución es una sugerencia dada en función de los tiempos que se han estimado que podría llegar a tomar cada una de las iniciativas, con base a las experiencias recopiladas durante el proyecto **UPME CO-T1501-P003**.
- El tiempo de ejecución de cada iniciativa debe ser entendido como el tiempo máximo estimado que cada una de ellas debería tomarse para no afectar los plazos de la Ley 1964 del 2019.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

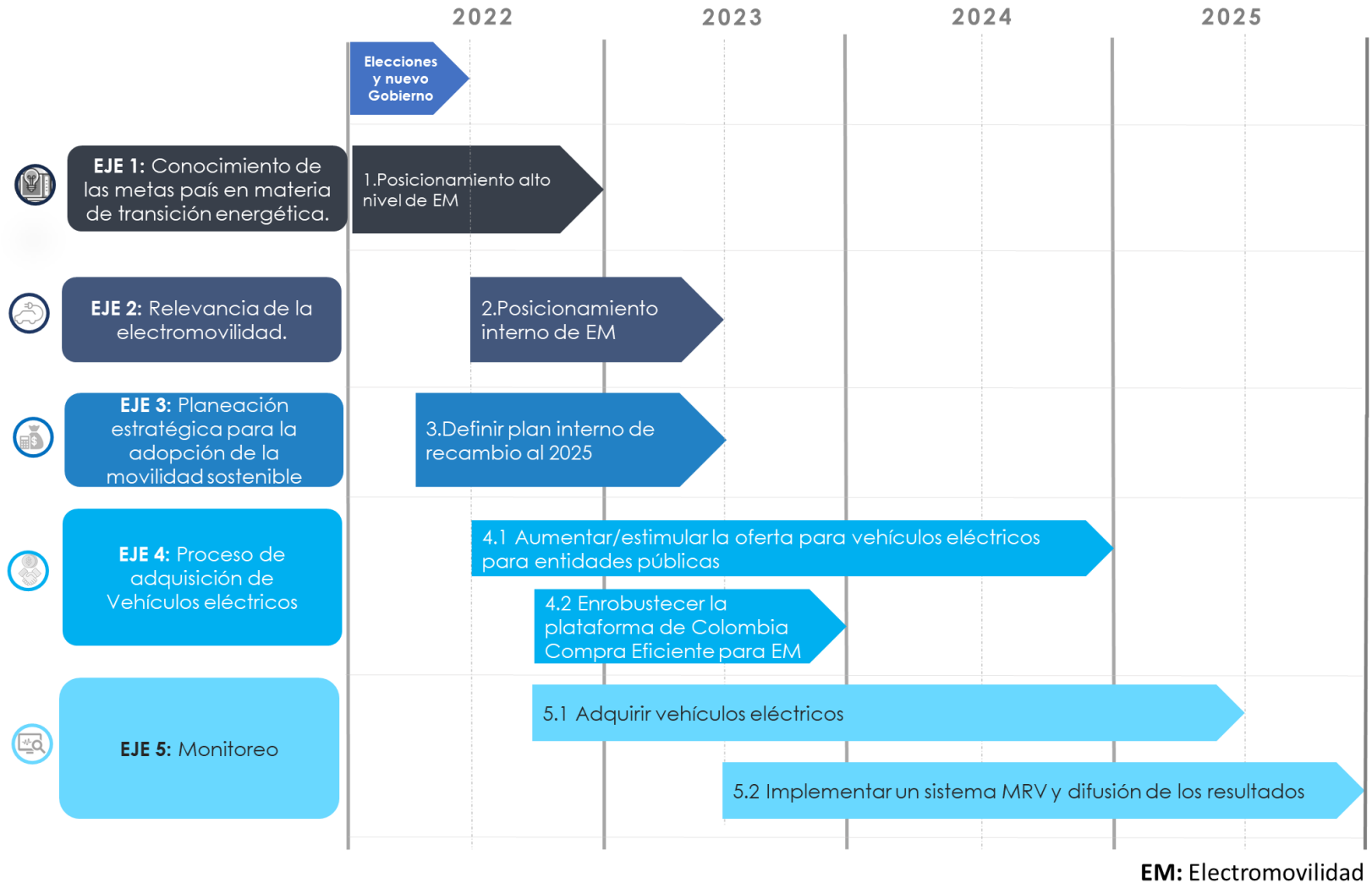


Figura 4.4 - Hoja de ruta (HdR) para la electrificación de vehículos del sector público colombiano.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Cada uno de los ejes estratégicos con sus respectivos antecedentes, iniciativas, actividades, encargados, habilitadores, recursos fechas límite y tiempo de ejecución son ampliados en las siguientes tablas.

Tabla 14 - Eje 1: Conocimiento de las metas país en materia de transición energética.

¿Qué?	Eje:	Conocimiento de las metas país en materia de transición energética.
	Antecedentes:	-Cambio de gobierno que se espera ocurra el 7 de agosto del 2022. - Proyecto UPME BID CO-T1501-P003 .
	Iniciativas:	Posicionamiento de alto nivel de la electromovilidad.
	Actividades:	-Gestionar en alto nivel el posicionamiento de las metas de transición energética dentro de las entidades. -Asegurar un marco de trabajo consistente dentro de los equipos técnicos de las entidades. -Gestionar con los encargados de cada entidad la creación de rubros presupuestales en las entidades públicas destinadas a adoptar la Ley 1964 de 2019.
¿Quiénes?	Encargados:	- Ministerio de Minas y Energía.
	Habilitadores:	-Equipos técnicos de cada entidad (Comité de contratación). -Equipos que gestionan presupuestos en cada entidad. -Equipos de comunicaciones de cada entidad. -Mesa de tecnología vehiculares de cero y bajas emisiones, la cual está constituida por: Minambiente, Mintransporte, Minenergía y DNP.
	Recursos:	- Sistemas de comunicación entre entidades de orden nacional y territorial (Masificación de mensajes). - Sistema Integrado de Gestión de Calidad -SIGC (En cada entidad).
¿Cuándo?	Fecha límite de ejecución:	Segundo semestre de 2022.
	Tiempo de ejecución:	Un año

Este primer eje sienta las bases de la hoja de ruta, puesto que a través del conocimiento transversal dentro de las entidades acerca de los compromisos nacionales para la descarbonización de la economía colombiana se podrían gestionar los recursos suficientes para que los Sistemas Integrados de Gestión de Calidad de cada entidad garanticen el reconocimiento de sus responsabilidades en este tema y adecúen los procesos internos de la entidad, de manera tal que se gestione la creación de equipos técnicos (si no los hay) que asuman el rol de promotores de iniciativas como la adopción de la movilidad eléctrica.

En este sentido, de acuerdo con el Artículo 2 del Decreto 0381 del 16 de febrero de 2012, el Ministerio de Minas y Energía, además de las funciones definidas en la

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Constitución Política, en el artículo 59 de la Ley 489 de 1998 y en las demás disposiciones legales vigentes, tiene como una de sus funciones: **Formular, adoptar, dirigir y coordinar la política en materia de uso racional de energía y el desarrollo de fuentes alternas de energía y promover, organizar y asegurar el desarrollo de los programas de uso racional y eficiente de energía**. Por tal motivo se ha identificado a este ministerio como el encargado de difundir los mensajes y promover las iniciativas que encaminen al país y en este caso particular, a las entidades de orden nacional y territorial, en temas relacionados a la transición energética.

Por otro lado, el DNP en el ejercicio de sus funciones (Coordinar y apoyar la planeación de corto, mediano y largo plazo de los sectores, que orienten la definición de políticas públicas y la priorización de los recursos de inversión, entre otros, los provenientes del Presupuesto General de la Nación y el Sistema General de Regalías) puede ser un ente habilitador de esta iniciativa en la medida que ayude a promocionar las políticas públicas que orienten al país a asumir los compromisos medio ambientales adquiridos por el gobierno colombiano.

Por otro lado, la UPME tiene un papel de promotor dentro de esta iniciativa debido a su liderazgo en temas energéticos donde la electromovilidad empieza a jugar un papel cada vez más importante en el ejercicio de la planeación energética de Colombia.

Considerando que en el 2022 se llevarán a cabo elecciones presidenciales, se propone aprovechar esta transición para posicionar este tema dentro de las prioridades de desarrollo del país promoviendo e informando al gobierno entrante acerca de los logros alcanzados hasta este momento y la importancia de continuar y acelerar las diferentes iniciativas en esta materia. Por ello, todas las integraciones, divulgaciones y actividades necesarias para alinear a las entidades en temas de transición energética deberían tener lugar en los primeros meses del gobierno entrante para así aprovechar este momento a favor no solo de la movilidad eléctrica sino también al desarrollo sostenible del país.

Lo anterior se puede realizar a través de campañas de difusión contante con las entidades pertinentes, empleando todos los canales de comunicación que se consideren pertinentes para este eje, en los que cabe ejemplificar: correos electrónicos, webinars, talleres presenciales, entre otros.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 15 - Eje 2: Relevancia de la electromovilidad.

¿Qué?	Eje:	Relevancia de la electromovilidad.
	Antecedentes:	<ul style="list-style-type: none"> - Durante el proyecto UPME CO-T1501-P003 se ha trabajado con entidades en el reconocimiento e importancia de la electromovilidad. - Se han identificado equipos de trabajo en diferentes entidades con conocimiento y dominio sobre la movilidad eléctrica. -Durante la ejecución del proyecto UPME CO-T1501-P00 se ha capacitado a varias entidades en el uso de la herramienta desarrollada para el recambio de la flota vehicular. - En este punto, un reconocimiento de la electromovilidad dentro el cumplimiento de las metas ambientales ya ha sido adelantado.
	Iniciativas:	Posicionamiento interno de electromovilidad
	Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> - Informar a las nuevas autoridades por entidad sobre los compromisos y avances respecto a la movilidad eléctrica dentro de cada entidad. - Establecer equipos de trabajo encargados de impulsar la electromovilidad internamente. - Reconocer y validar internamente las funciones de los equipos de trabajo por la movilidad eléctrica para un fluido quehacer de sus actividades. <p>Nota: Existe traslape con la iniciativa del EJE 1 pues, desde el trabajo con entidades del Grupo perteneciente a la Fase A, se identificó que ya hay entidades que cuentan con equipos técnicos que poseen el conocimiento para liderar las actividades de adoptar vehículos eléctricos.</p>
¿Quiénes?	Encargados:	-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
	Habilitadores:	<ul style="list-style-type: none"> -Equipos técnicos de cada entidad (Comité de contratación) -Equipos que gestionan presupuestos en cada entidad. -Equipos de comunicaciones de cada entidad. -Departamento Nacional de Planeación. - Unidad de Planeación Minero-Energética. - Contraloría General de la República.
	Recursos:	<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas de comunicación interno por entidad. -Personal de la contraloría que den seguimiento al cumplimiento del Parágrafo 2 del artículo 8 de la Ley 1964 del 2019.
¿Cuándo?	Fecha límite de ejecución:	Segundo semestre de 2022.
	Tiempo de ejecución:	1 año

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Antes de ampliar la información de la tabla anterior, es necesario recalcar que, durante el proyecto precedente a la elaboración de esta HdR, se adelantó un trabajo importante en cuanto al posicionamiento y relevancia de la movilidad eléctrica en entidades públicas, incluso, la Figura 4.3 ilustra el proceso que se llevó a cabo para involucrar a cerca de 30 entidades para que participaran en el proyecto piloto para la adopción de vehículos eléctricos, por esto, las entidades identificadas con mayor potencial de cambio vehicular ya tienen conocimiento sobre movilidad eléctrica o por lo menos han tenido un contacto con los conceptos más elementales en este tema.

Este ejercicio parte como precedente de esta iniciativa y presume de un reconocimiento de la electromovilidad dentro el cumplimiento de las metas ambientales del país y dentro de cada entidad.

El Ministerio del Medio Ambiente y desarrollo sostenible es propuesto como el encargado de este eje, debido a su protagonismo y relevancia en la creación de la mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones, el cual fue concebido como un espacio de trabajo permanente que permite la articulación de los diferentes actores en el sector de la movilidad eléctrica y así, generar recomendaciones de políticas, instrumentos regulatorios y técnicos, que incentiven la cooperación y faciliten el despliegue de la capacidad técnica del país, en la transición energética del sector transporte (MinAmbiente, 2020).

Como habilitadores de esta iniciativa se destaca a la Contraloría General de la República debido a lo anotado en el Parágrafo 2 del Artículo 8 de la Ley 1964 del 2019, que indica: **La Contraloría General de la República será la entidad encargada de hacer seguimiento y control al cumplimiento del artículo 8**, donde se dispone la iniciativa pública de uso de vehículos eléctricos.

Adicionalmente, los equipos de cada entidad con apoyo de la UPME pueden conocer los temas y procedimientos más importantes para el cambio tecnológico, en donde juega un papel crucial el material anexo a este documento, como también la herramienta de sustitución vehicular dispuesta en el portal web de la UPME, sección de transporte sostenible. En la exposición de este material, como también la difusión de la importancia del conocimiento de la Ley 1964 de 2019, radica el gran trabajo a realizar en este eje y en parte responde el cómo abordar sus actividades correspondientes.

Si bien la contraloría no tiene la responsabilidad de establecer los equipos de trabajo dentro de cada entidad para impulsar la electromovilidad, ni mucho menos el reconocer y validar internamente las funciones de estos equipos de trabajo, esta si debiese promocionar que las entidades cuenten con el recurso humano necesario para dar cumplimiento a la Ley y, por ende, habilitar los espacios de diálogo que den lugar a la adopción de la movilidad eléctrica.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 16 - Eje 3: Planeación estratégica para la adopción de la movilidad sostenible .

¿Qué?	Eje:	Planeación estratégica para la adopción de la movilidad sostenible
	Antecedentes:	Proyecto UPME CO-T1501-P003
	Iniciativas:	- Definir plan interno de recambio al 2025.
	Actividades:	<ul style="list-style-type: none"> - Publicar la herramienta desarrollada por la UPME y el BID para el proyecto UPME CO-T1501-P003. - Difundir y promocionar la herramienta. - Mantener actualizada la herramienta. - Publicar, difundir y promocionar el contenido documental producto del proyecto UPME CO-T1501-P003. <p>Nota: Las iniciativas de los ejes estratégicos 1 y 2 permitirían establecer un plan interno de recambio que, al menos, cumplan con las metas establecidas al 2025. Estos planes deberán estar listos para semestre 1 (S1) del año 2023, de manera que el presupuesto se presente en S2-2023 y/o 2024 para ser ejecutados el 2024 y 2025, respectivamente.</p>
¿Quiénes?	Encargados:	- Unidad de Planeación Minero-Energética.
	Habilitadores:	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos técnicos de cada entidad (Comité de contratación). - Equipos que gestionan presupuestos en cada entidad. - Colombia Compra Eficiente.
	Recursos:	<ul style="list-style-type: none"> - Herramienta desarrollada por la UPME y el BID para el proyecto UPME CO-T1501-P003. - Manual de usuario de la herramienta de sustitución vehicular. - Guía metodológica "Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones" - Ley 1964 de 2019. - Portales web para la difusión del material didáctico para el aprendizaje sobre movilidad eléctrica.
¿Cuándo?	Fecha límite de ejecución:	Semestre 1 del año 2023
	Tiempo de ejecución:	Nueve meses

La UPME juega un papel fundamental para que las entidades planeen estratégicamente su adopción de movilidad sostenible. El liderazgo de la UPME en este eje radica en su capacidad de disponer de sus canales de comunicación para que los equipos técnicos y de gestión presupuestal de cada entidad puedan hacer uso de los materiales de apoyo que facilitarán la planeación de cada entidad en su adopción de vehículos de cero y/o bajas emisiones, para ello, la UPME a través de su portal web, pondrá a disposición del público, documentación a través de la cual se da a conocer:

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

- Herramienta de sustitución vehicular.
- Manual de usuario para la herramienta de sustitución vehicular.
- Guía metodológica (anexo 7.2).

Con esta documentación, los equipos de cada entidad no solo podrán acceder a herramientas que soportarán el proceso de cambio de su flota, sino que también podrán acceder a la información más relevante que les permita a las entidades reducir el roce durante el proceso de elaboración presupuestal, como también del entendimiento de la tecnología en aspectos como:

- Beneficios de la tecnología de vehículos eléctricos.
- Entendimiento de la tecnología de vehículos eléctricos.
- Procesos de compra.
- Procesos de chatarrización.
- Sistemas de financiamiento.
- Costo total de propiedad de la flota.
- Emisiones de GEI.
- Infraestructura de recarga.

De esta manera y haciendo uso del material dispuesto por la UPME, al momento de elaborar y defender los presupuestos necesarios para el cambio tecnológico, los equipos contarán con la información suficiente para argumentar sus presupuestos ante organismos de control e incluso, dentro de su misma entidad, en donde se ha logrado identificar que podría haber dificultades de convencimiento para la asignación de presupuestos.

Una vez estimado el presupuesto y la argumentación de este, se debe proceder a la planeación de cómo se ejecutará el presupuesto, cada entidad debe considerar los tiempos que le tome requerir, aprobar y ejecutar los presupuestos de manera que, el proceso de adquisición de los vehículos se le facilite y se adecúe a los tiempos dispuestos por la Ley, en este caso particular, las entidades a mediados del 2023 ya deberían tener un presupuesto asignado para este fin con su debido plan de ejecución.

La UPME por su parte no tiene injerencia sobre este último ejercicio, sus funciones se limitan a la divulgación de la información que facilite esta tarea.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 17 - Eje 4: Proceso de adquisición de vehículos eléctricos.

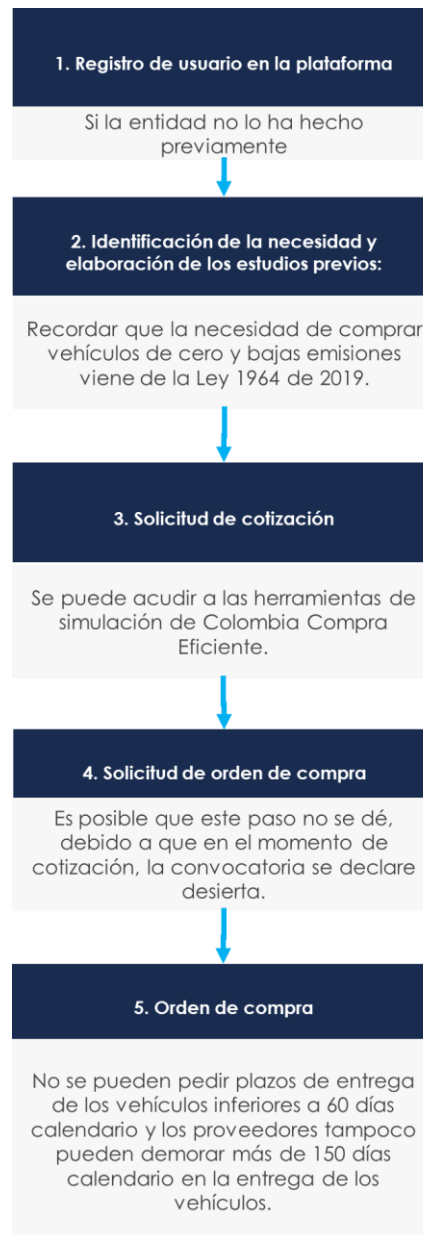
¿Qué?	Eje:	Proceso de adquisición de vehículos eléctricos
	Antecedentes:	- Algunas entidades ya tuvieron la oportunidad de experimentar los procesos de compra para adquirir VEs. En el marco del estudio
	Iniciativas:	- Aumentar/estimular la oferta para vehículos eléctricos para entidades públicas. - Robustecer la plataforma de Colombia Compra Eficiente para electromovilidad.
	Actividades:	- trabajar en alianzas público privada para preparar la oferta que cumpla con los requerimientos de las entidades públicas. - trabajar con los proveedores los tiempos de entrega, al menos reduciendo el tiempo máximo (18 meses es mucho tiempo versus lo cercano que está el 2025 para cumplir las metas)
¿Quiénes?	Encargados:	Colombia Compra Eficiente y DNP
	Habilitadores:	- Fabricantes de vehículos. - Concesionarios. - Ministerio de transporte. - Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia. - Equipos técnicos de cada entidad (Comité de contratación). - Equipos que gestionan presupuestos en cada entidad. - Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). - Contraloría General de la República
	Recursos:	- Herramienta desarrollada para el proyecto UPME CO-T1501-P003. - Resultados de la herramienta (Archivo que la herramienta genera). - Partidas presupuestales para movilidad eléctrica. - Herramienta de simulación de Colombia Compra Eficiente - Guía metodológica "Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones" - Plataforma de Colombia compra eficiente: Plataforma SECOP (El Sistema Electrónico para la Contratación Pública). - Acuerdo Marco de Precios: Vehículos III CCENEG-022-1-2019.
¿Cuándo?	Fecha límite de ejecución:	Segundo semestre del 2023.
	Tiempo de ejecución:	Dos años y medio.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Una vez que las entidades cuenten con su planeación presupuestal, y por ende por la asignación de sus partidas presupuestales, estas deberán incursionar en el proceso de adquisición de los vehículos eléctricos, para esto, cada entidad deberá acogerse a la modalidad contractual de **acuerdo marco de precios**, las entidades podrán adquirir, de forma abreviada, los vehículos de cero y bajas emisiones. Para esto, las entidades deberán realizar los siguientes pasos (ver Figura 4.5)¹⁶.

Figura 4.5 - Pasos para la compra de los vehículos de cero y bajas emisiones, modalidad acuerdo marco de precios, Colombia Compra Eficiente (CCE).



Fuente: Elaboración propia.

¹⁶ Más detalle del proceso de compra en CCE se encuentra en Anexo 7.2.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Con el desglose del proceso de compra por parte de las entidades se debe destacar nuevamente que, hasta este punto, los pasos mencionados son responsabilidad de cada entidad que quiera realizar el proceso de compra de los vehículos eléctricos, sin embargo, para que las entidades puedan acceder a la oferta comercial más actual del mercado de vehículos eléctricos en Colombia, un proceso paralelo debe ser adelantado iterativamente por CCE y la UPME, junto con los concesionarios y fabricantes que hagan parte de este. En la Figura 4.6 se muestra el proceso de actualización de la herramienta de sustitución vehicular, proceso que pretende proporcionar de la información más actualizada a aquellas entidades que se encuentren en la ejecución de compras de sus vehículos eléctricos.

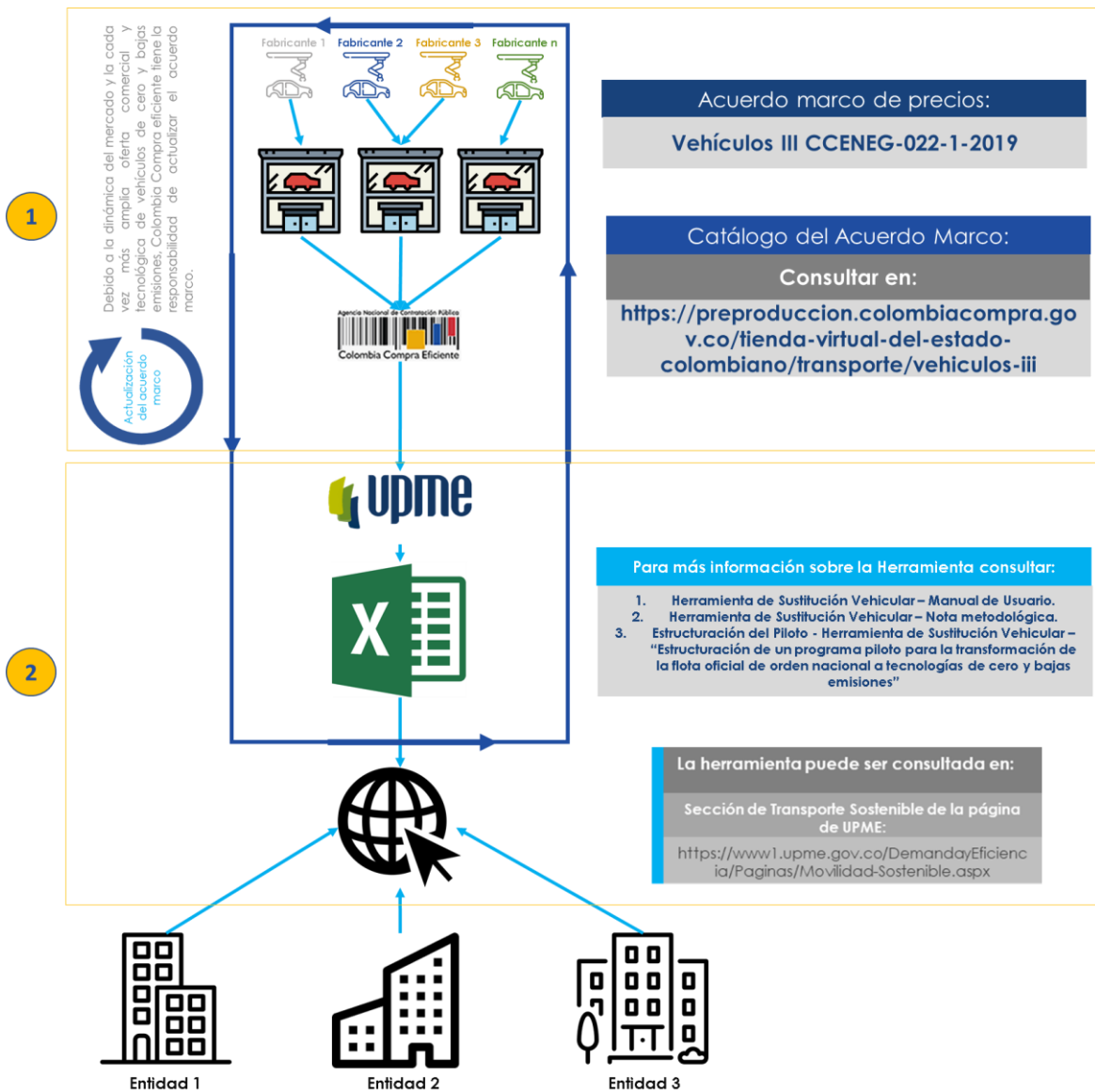


Figura 4.6 - Proceso para iterar la actualización sobre la herramienta de sustitución vehicular.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Existen dos grandes momentos en los que la herramienta es actualizada, estos pasos son iterativos en la medida que la oferta comercial de vehículos eléctricos en Colombia se actualice, en ese sentido, los pasos son los siguientes:

- 1. Actualización de Catálogo del acuerdo Marco:** Lo que se enmarca en el punto 1 de la Figura 4.6 es esencialmente lo que se conoce como **Operación Primaria**, lo cual consiste en la gestión administrativa en cuanto a la licitación y elección de proveedores. Por ejemplo, en el caso particular de la compra de vehículos de cero y bajas emisiones, la operación principal consiste en conseguir los proveedores de vehículos con las características técnicas y económicas capaces de suplir las necesidades de las entidades de orden nacional y territorial. Con esto, se garantiza que personas con amplia experiencia en consecución de proveedores y conocedores de la tecnología de vehículos eléctricos, seleccionen las mejores opciones que existen en el mercado colombiano. Esto a su vez aliviana la carga administrativa que supone la búsqueda de proveedores idóneos, que, de otra manera, tendría que ser absorbida por cada entidad cada vez que quisiera comprar un vehículo.

Por lo tanto, CCE con el ánimo de mantener lo más actualizado posible el catálogo del acuerdo marco, tendría que, de forma periódica y recurrente (se sugiere cada cuatro meses), realizar de forma conjunta con fabricantes, concesionarios y proveedores de los vehículos eléctricos los procesos pertinentes en la Operación Primaria. Con esto, CCE podría mantener lo más actualizado posible el catálogo del acuerdo marco, con lo que da lugar al siguiente paso.

- 2. Actualización de la herramienta de sustitución vehicular:** debido a que el catálogo del acuerdo marco es el insumo principal para mantener la herramienta de sustitución vehicular actualizada, la UPME como responsable de darle mantenimiento a la herramienta, debería con la misma periodicidad que lo haga CCE, descargar el catálogo más actualizado y ponerlo como parte de las bases de datos con los que esta herramienta funciona.

Luego de actualizar la herramienta con el catálogo más actualizado, la UPME debería disponer de su sitio web para poner a disposición esta versión actualizada de la herramienta, para esto se sugiere que:

- La UPME divulgue cada vez que se actualiza la herramienta a través de sus medios de comunicación.
- Cada actualización contemple los nuevos modelos de vehículos introducidos dentro de la herramienta.
- El nombre de cada versión de la herramienta refleje la última fecha de actualización.
- Que el acceso al manual de usuario de la guía sea de fácil acceso, en la medida de lo posible, en el mismo portal web, como también los documentos que se consideren pertinentes para la facilidad en el uso de la herramienta.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 18 - Eje 5: Monitoreo.

¿Qué?	Eje:	Monitoreo
	Antecedentes:	- Monitoreo realizado al DNP.
	Iniciativas:	- Realizar monitoreo y difusión de resultados.
	Actividades:	- Hacer seguimiento a las flotas eléctricas adquiridas. - Sistematizar los resultados del monitoreo y difundir resultados. - Hacer webinars donde se intercambien buenas prácticas y se vayan identificando nuevos desafíos en la movilidad eléctrica.
¿Quiénes?	Encargados:	Equipo técnico de cada entidad.
	Habilitadores:	- Equipos técnicos de cada entidad, responsables de operar la flota. - Conductores de los vehículos. - Equipos de comunicación de cada entidad. -UPME
	Recursos:	- Dashboard ejemplo utilizado en el caso del DNP. - Formulario ejemplo utilizado en el DNP. - Sistemas de medición telemáticos. - Proveedores y plataformas para la captura de datos telemáticos.
¿Cuándo?	Fecha límite de ejecución:	Segundo semestre de 2023.
	Tiempo de ejecución:	dos años y medio

El capítulo 3 de este documento, resumió la experiencia de monitoreo del DNP, si una entidad quisiera aplicar este procedimiento de monitoreo sería de gran utilidad leer dicho capítulo y adicionalmente el capítulo seis de la [Guía Metodológica "Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones"](#), la cual se dispone en el Anexo 7.2.

Si bien, la UPME tiene como responsabilidad disponer de los recursos bibliográficos y su fácil acceso para las entidades, la responsabilidad de realizar e implementar los procesos de monitoreo de las flotas eléctricas es de cada equipo técnico. En este ejercicio, se debe tener muy claro que la implementación de los métodos de captura de datos ya sea digital o manual, es responsabilidad de cada entidad, la UPME por su parte podría recolectar información con el ánimo de generar bases de datos y comparar resultados.

Para facilitar este ejercicio también se sugiere que:

- Se estandaricen los formatos con los que las entidades reportarían los datos a la

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

UPME.

- Se establezcan canales de comunicación para el intercambio de Información.
- Se establezcan tiempos y periodicidad en la entrega de la información.
- Se conozca y se capacite a las entidades en la adopción de sistemas de monitoreo.
- Se divulguen los beneficios de implementar sistemas MRV dentro de las entidades.
- Se empleen los datos para generar informes que agreguen valor no solo a las entidades que están adoptando la tecnología sino también de manera pública para acelerar la adopción tecnológica a lo largo de la población colombiana.

Este eje de monitoreo, aunque podría entenderse como voluntario, no debe pasar desapercibido, pues, no habría forma de corroborar que la transición tecnológica y, por ende, la transición energética está teniendo los frutos esperados por el país en materia energética y ambiental.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El término de la consultoría se logró el **cumplimiento del objetivo general** que buscó estructurar un programa piloto que permita definir un procedimiento para la adquisición de vehículos cero y bajas emisiones para las entidades del Gobierno nacional bajo un criterio de eficiencia económica y racionalidad del gasto.

5.1 Conclusiones específicas

Se destacan como uno de los **productos principales del estudio la elaboración de la herramienta para la evaluación de la sustitución vehicular para la introducción de VEs**, la cual soportará técnicamente a las entidades públicas en la preparación de sus planes de renovación de cara al cumplimiento de las metas de la Ley 1964 de operar 30% con vehículos eléctricos al 2025. Los resultados que se generan por la herramienta permiten también robustecer los análisis ante las validaciones internas que se deben procurar al momento de la compra de VEs dentro de una entidad pública.

Respecto a la **estructuración del piloto**, se realizó un trabajo de acercamiento de los conceptos de electromovilidad a **más de 30 entidades que participaron a lo largo del proyecto**, buscando identificar y apoyar a aquellas entidades que decidieran ejecutar la compra de VEs en los plazos del estudio (2021- semestre 2). Sin embargo, el llamado a austeridad del gasto producto de la crisis sanitaria del COVID-19 hizo que la gran mayoría de las entidades decidieran poner en pausa este tipo de inversiones, logrando únicamente que MADS lograra la compra de 2 BEVs.

El estudio en referencia también elaboró una **Guía Metodológica que permita a las entidades públicas ir paso a paso, evaluando su oportunidad de recambio de flota eléctrica**. Esta Guía será un elemento de difusión que pondrá a disposición la UPME como material de apoyo para que las entidades apliquen al momento de definir sus planes de cumplimiento de la Ley 1964 y la meta ya mencionada.

El proceso de **procura de MADS a través de la plataforma CCE reveló una serie de aspectos técnicos a ser atendidos de este portal web**. Entre ellos, la necesidad de actualizar los vehículos conforme a las dinámicas actuales de mercado en Colombia, mejorar la segmentación de modelos para que los resultados arrojen efectivamente modelos que cumplan con las necesidades que deben ser cubiertas por las entidades, asegurar que los eventos de compra tengan a proveedores con stock.

El proyecto contempló el diseño por parte del equipo consultor de un **sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) que además fue aplicado a una flota de 8 HEVs pertenecientes al DNP**. Los métodos considerados para el registro de variables claves fueron manuales y telemáticos, complementados por un seguimiento semanal y trabajo de mejora continua con los conductores. Esto implicó que en el plazo de 9 semanas que contempló la campaña de monitoreo, **se lograra una mejora global de la flota de 5% en la eficiencia de consumo de combustible**, pasando de un consumo promedio para los 8 HEVs en la **semana 1 igual a 18.6 km/l** a un consumo promedio de la flota completa en la **semana 9 de 19.4 km/l**. El impacto en ahorro de costos por

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

energético se estimó de más de 4.4 MM COP anuales para los 8 HEVs alcanzando su mejor rendimiento de la semana 9.

La **aplicación del sistema de MRV a un caso real** da cuenta de lo relevante de hacer seguimiento a la implementación de una flota de VEs y asegurar mediante datos objetivos, que se está operando en torno al óptimo de la tecnología.

Finalmente, el **proyecto buscó dar continuidad a su objetivo principal mediante la elaboración de una hoja de ruta**, la cual se estructuró en base a las brechas identificadas a lo largo de todo el proceso y considera 5 ejes estratégicos de acción y un horizonte al 2025.

5.2 Recomendaciones

1

Tal como se presenta en la Hoja de Ruta, el poder avanzar en el cumplimiento de las metas para el sector público señaladas en la Ley 1964 requiere no solo de trabajar con los equipos técnicos designados por cada entidad (tal como se hizo en el estudio), sino que además trabajar en la capa de alto nivel. Si las autoridades máximas de cada entidad pública no se involucran, existe un alto riesgo de avanzar más lento y no cumplir la meta al 2025.

2

Colombia Compra Eficiente debe dinamizar la oferta de vehículos eléctricos a través de la interacción con fabricantes, concesionarios y comercializadores de este tipo de vehículos y, como parte de este ejercicio, mantener actualizado su catálogo del acuerdo marco de precios (Vehículos III CCENEG-022-1-2019).

3

La UPME, como parte de sus responsabilidades, tiene la función de mantener actualizada la herramienta para la sustitución vehicular elaborada en el presente estudio. De la misma manera, debe difundir y facilitar el acceso tanto a esta herramienta como también a todos los materiales que se consideren necesarios para que los usuarios de cada entidad tengan las competencias necesarias para hacer uso de esta.

4

La gestión presupuestal en cada entidad surte tiempos diferentes y pasa por procesos también distinto entre cada entidad, por tal motivo, es responsabilidad de los funcionarios encargados por cada entidad en cuanto a la gestión de su presupuesto, proveer de las condiciones necesarias para que antes del 2025 se destinen y ejecuten los presupuestos necesarios para el cumplimiento de la Ley 1964 del 2019. La herramienta de sustitución vehicular facilitará el proceso de elección de los vehículos como también brindará herramientas para argumentar el cambio de los vehículos desde un punto de vista técnico y económico, esta también ayudará a estimar los presupuestos para el cambio tecnológico.

Entregable 4 – EJECUCIÓN PILOTO

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

5

Las entidades deben considerar el hacer un monitoreo de la implementación de los vehículos eléctricos que se adquieran. Para ello se recomienda visualizar el equipo técnico que se encargaría del monitoreo en paralelo a las etapas previas de evaluación, selección y compra de VE.

6

Como lección de la implementación del piloto de MRV, se recomienda considerar la experiencia y retroalimentación de los conductores a la hora de definir las acciones de mejora continua. Lo anterior para velar que los procesos de mejoramiento en los diferentes indicadores no sea contraintuitivo para ellos, sino más bien, que el proceso para adoptar la tecnología parta de un proceso de aprendizaje conjunto.

6 Bibliografía

- Colombia, G. d. (2017). *Ley 1844 de 2017*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Colombia, G. d. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- CONGRESO DE COLOMBIA. (Julio de 2019). *LEY 1964 de 2019*. Obtenido de LEY 1964 de 2019:
<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201964%20DEL%2011%20DE%20JULIO%20DE%202019.pdf>
- Gobierno de Colombia, C. (10 de Diciembre de 2020). Actualización de la contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (Tercer Informe Bienal de Actualización de Cambio Climático de Colombia.). *BUR3*. Bogotá.
- Minambiente. (2019). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica*. Bogotá: República de Colombia.
- MinAmbiente. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*. Obtenido de Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC):
<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>
- Steer. (2019). *Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales*. Bogotá: UPME.
- UPME. (2018). *Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Pérdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética*. Bogotá.
- UPME. (2021). *Herramienta para cambio vehicular*. Bogotá: UPME.
- World Resource Institute. (Mayo de 2014). *Estándar de Política y Acción*. Obtenido de transparency-partnership:
https://www.transparency-partnership.net/sites/default/files/u2055/spanish_-_policy_and_action_standard_6.9.15.pdf

7 Anexos

7.1 Bitácora Procura

Se adjunta como anexo digital el archivo: 210701_Seguimiento Procura_BIDCOL_v2.xlsx

7.2 Guía metodológica para la adopción de vehículos eléctricos en flotas públicas de orden nacional y territorial

Se adjunta como anexo digital el archivo: 220121_Guia Metodologica_V1

7.3 Ejemplo en uso de herramienta para la sustitución vehicular

Se adjunta como anexo digital el archivo: Ejemplo Herramienta de sustitución .xlsm

7.4 Listado de entidades de la Fase A del proyecto piloto.

Se adjunta como anexo digital el archivo: Entidades fase A.xlsx

7.5 Formatos Plan de Monitoreo

Se adjunta como anexo digital el archivo: Formato Medición de Variables_manual.xlsx

Respuestas_google_sheet.xlsx

Dashboard Reporte Flotas oficiales.xlsx

7.6 Taller de Difusión

Los talleres se realizaron el miércoles 20 de abril y miércoles 27 de abril, 2022.