IMPLEMENTACIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS EN SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Lima, 5 de febrero de 2020

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

Contenido

1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

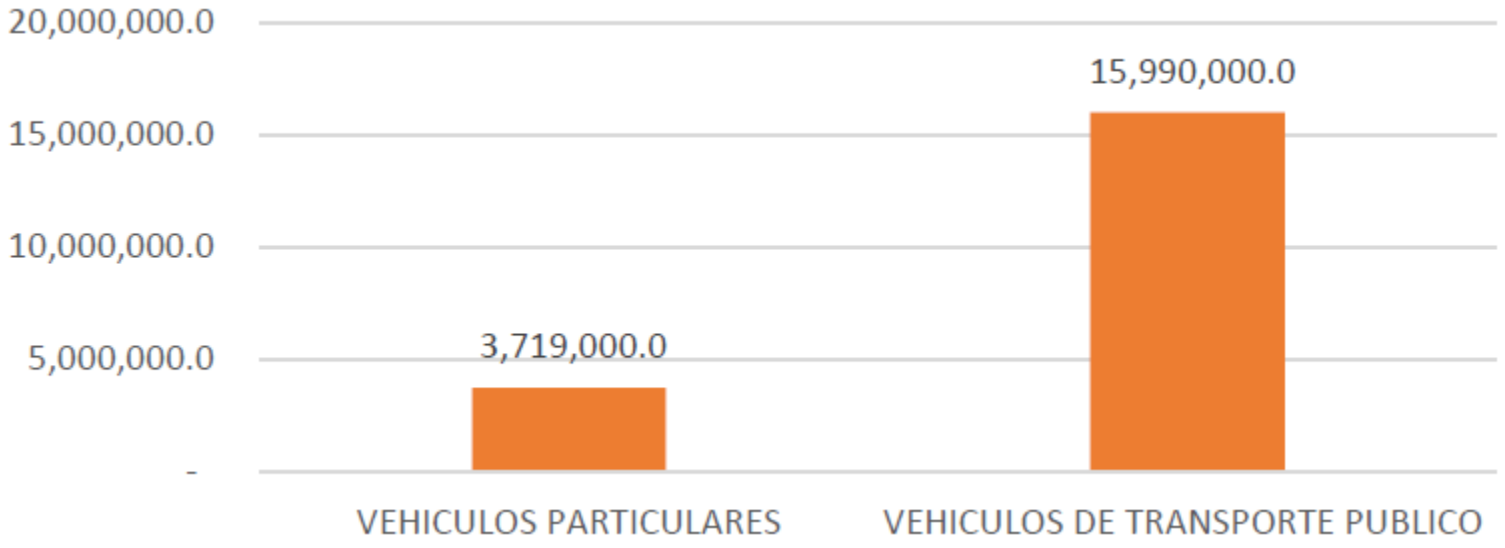
Contenido

1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

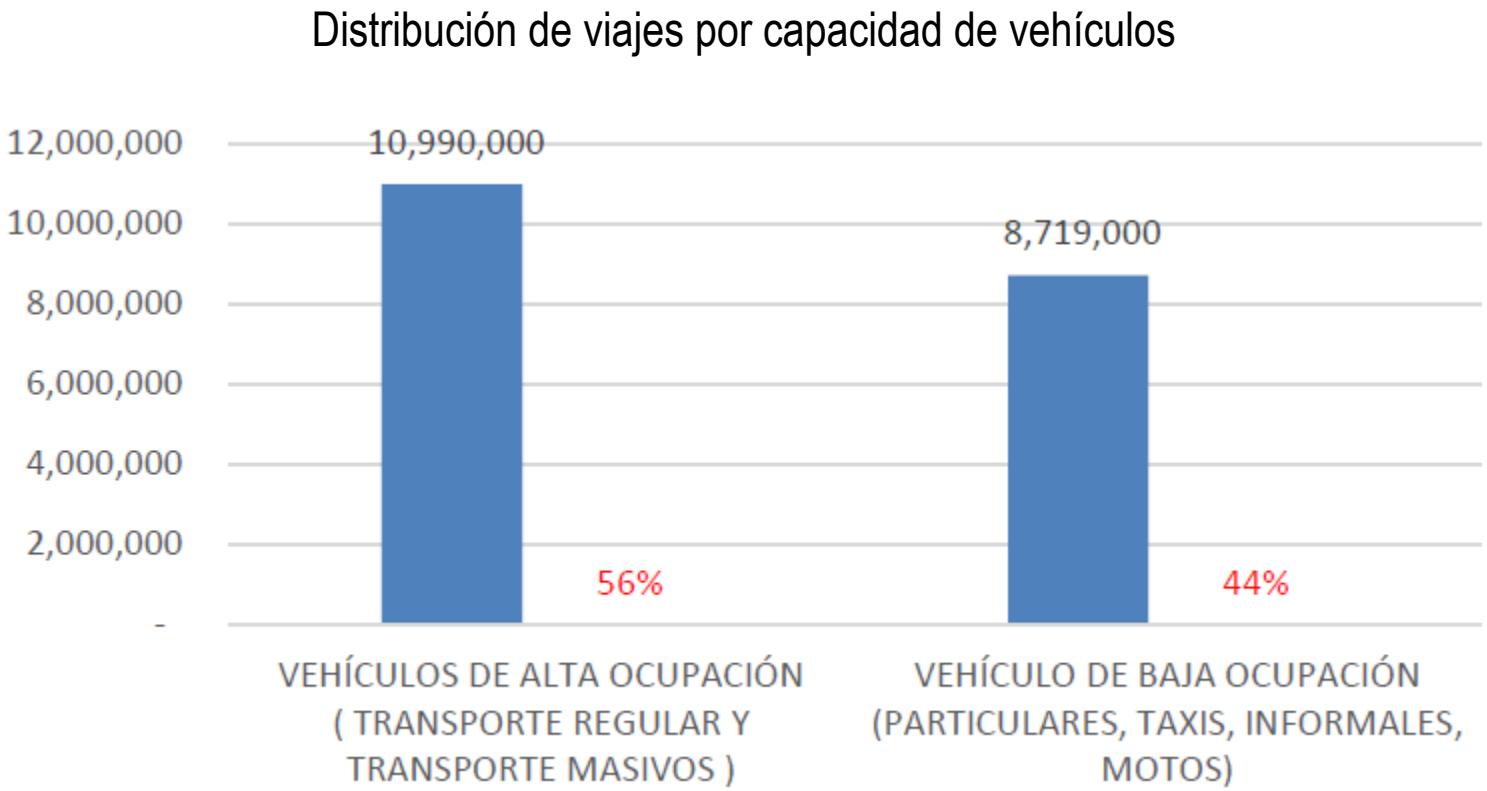
Indicadores

Viajes motorizados por tipo de vehículo - Lima y Callao



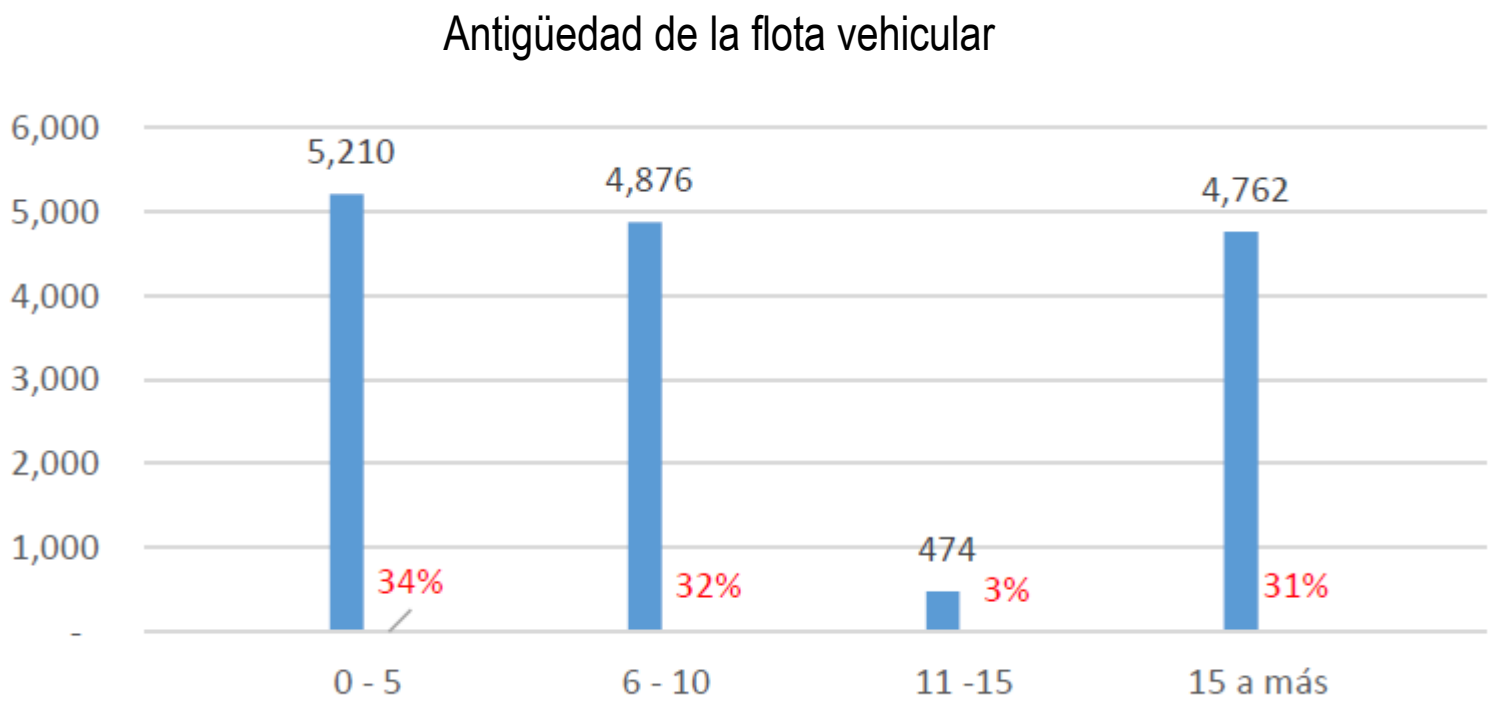
Fuente: Fundación Transitemos (2018)

Indicadores



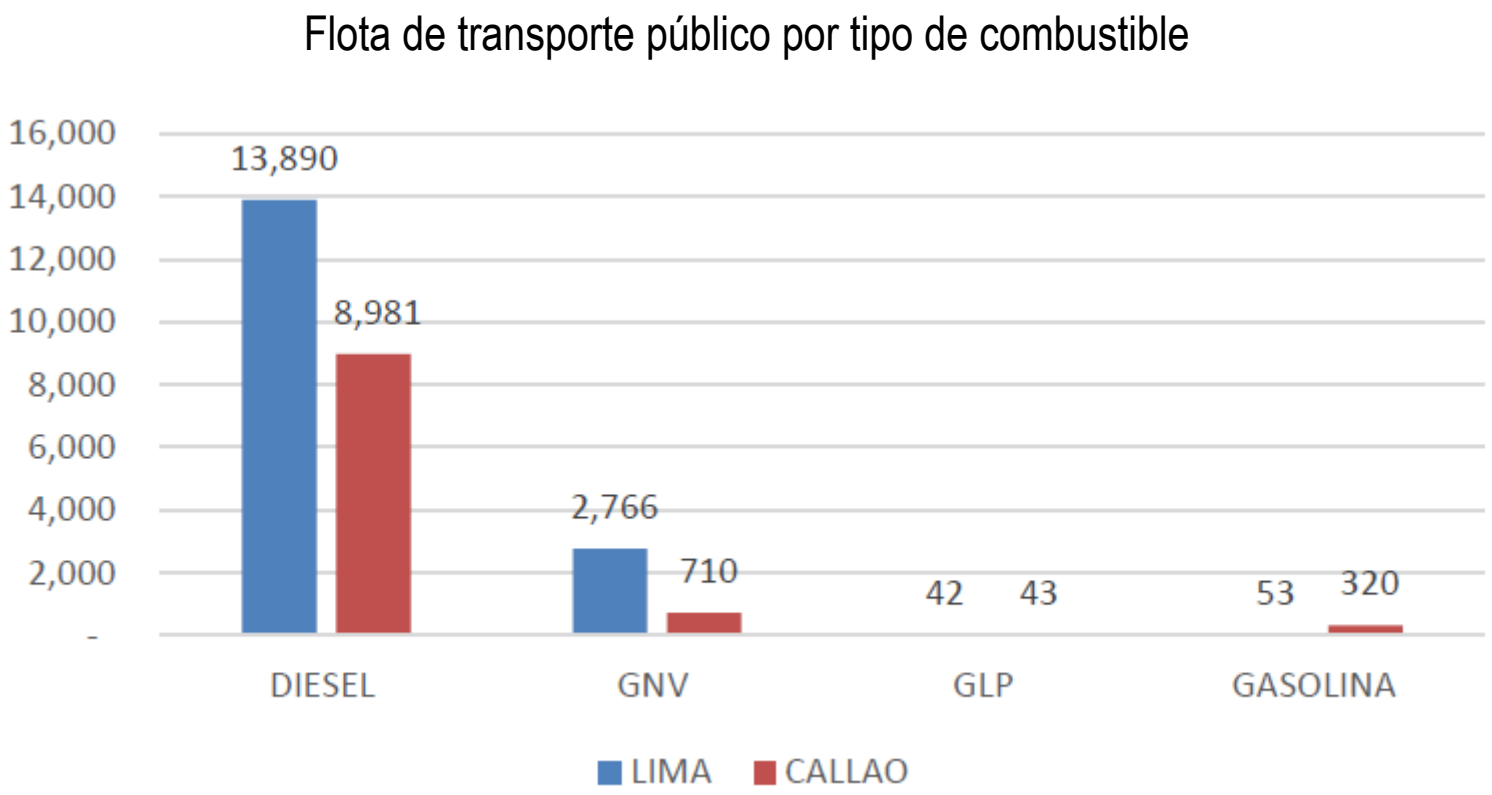
Fuente: Fundación Transitemos (2018)

Indicadores



Fuente: Fundación Transitemos (2018)

Indicadores



Fuente: Fundación Transitemos (2018)

Indicadores

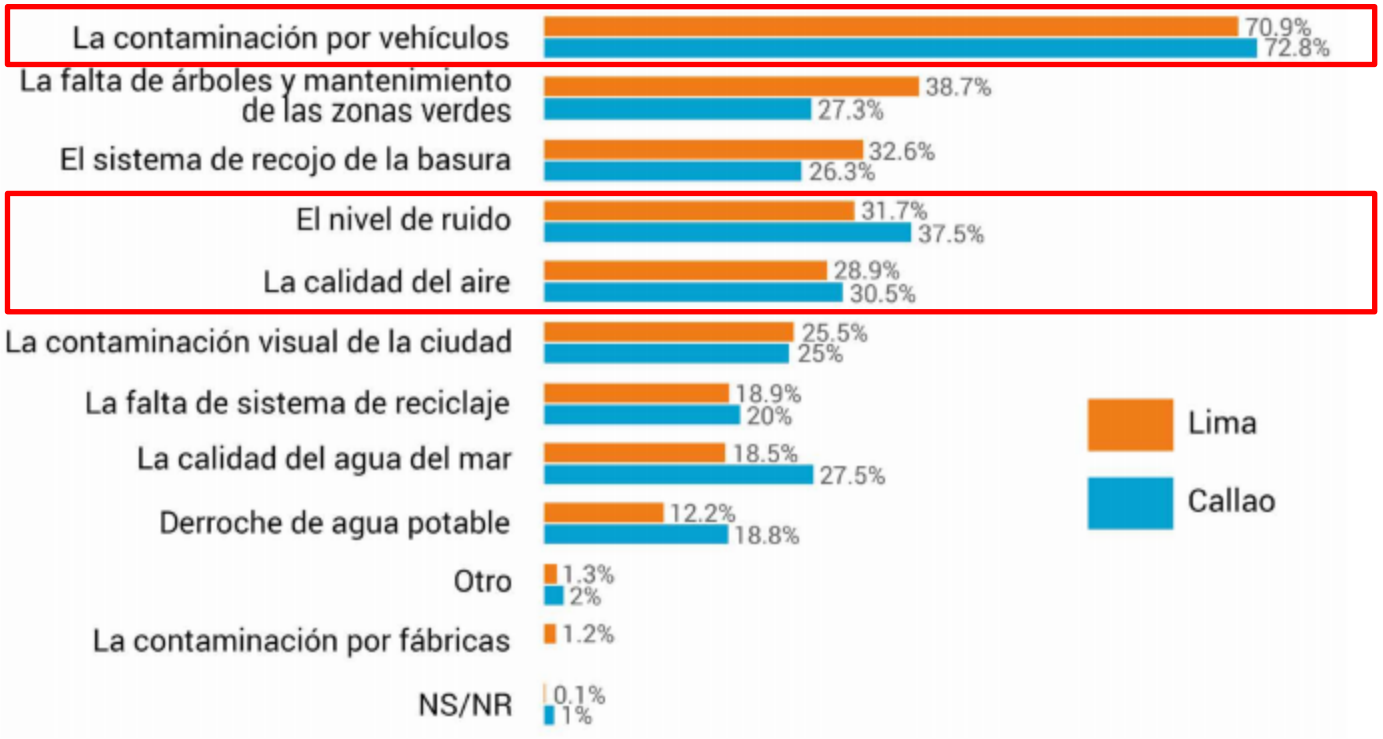
¿Cuáles cree que son los tres problemas más importantes que afectan la calidad de vida en la ciudad? Lima Metropolitana y Callao, 2018.

	La inseguridad ciudadana	El transporte público	La corrupción de los funcionarios o servidores públicos	La limpieza pública / acumulación de basura	La contaminación ambiental	La falta de cultura ciudadana y buenas practicas	Mantenimiento de las pistas y veredas	El comercio informal/comercio ambulatorio	La falta de apoyo a la cultura	La falta de agua potable	El monto de los arbitrios e impuestos municipales	La falta de prevención ante desastres (temblores, huaycos, derrumbes)	La baja calidad de los espacios públicos (parques, plazas, calles, veredas, etc.)
Lima	81.1%	49.4%	29.9%	28.8%	20.6%	14.9%	12.5%	12.2%	11.8%	9.0%	8.9%	5.1%	4.8%
Callao	81.8%	38.3%	34.0%	25.8%	20.0%	13.5%	18.5%	9.0%	15.8%	6.3%	12.5%	9.5%	8.0%

Fuente: Encuesta Lima Cómo Vamos (2018)

Indicadores

¿Cuáles cree que son los tres problemas ambientales más graves? Lima Metropolitana y Callao, 2018.



Fuente: Encuesta Lima Cómo Vamos (2018)

Contenido

1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

Requerimientos

https://elcomercio.pe/

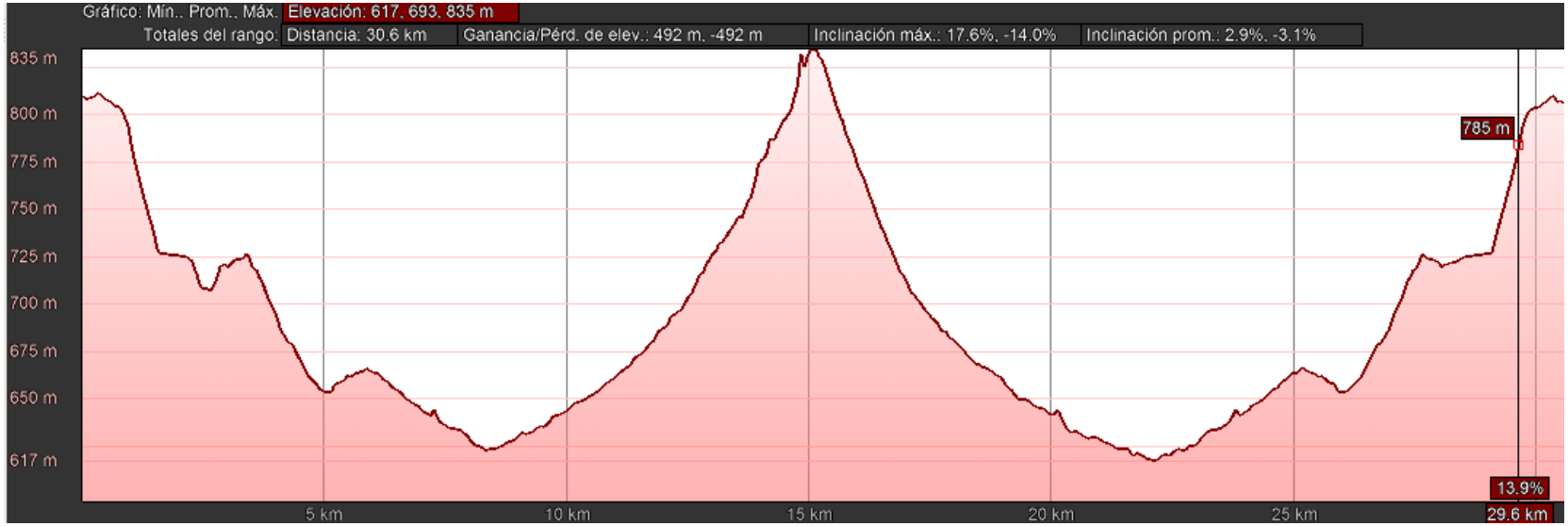
- Planes de movilidad que mejore las condiciones actuales de operación.
- Intermodalidad
- Normatividad que incentive la implementación
- Evaluación social
- Inclusión adecuada de la política de electromovilidad contemplando:
    - Características del sistema de transporte
    - Selección de tecnología
    - Infraestructura
    - Condiciones del mercado eléctrico
    - Modelo de negocio

Contenido

1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

Características del sistema de transporte



- La topografía influye en la definición de las características del vehículo y en el esquema de carga a implementar. Así mismo, afecta la recuperación de energía favoreciendo o limitando el uso del freno regenerativo.
- Para una misma ruta, las fluctuaciones de temperatura y demanda a lo largo del día pueden ocasionar variaciones importantes en la autonomía operacional.
- El uso de aire acondicionado y el desempeño de los conductores pueden reducir hasta en un 20% la autonomía del vehículo.

Contenido

1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

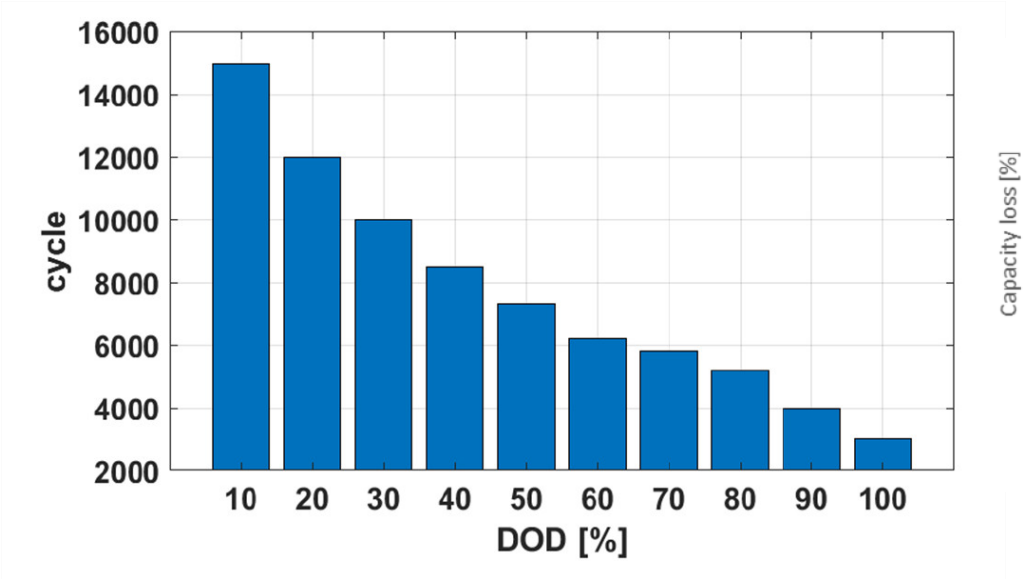
2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

Selección de tecnología

- Existen dos tecnologías de carga: AC y DC.
- La tecnología AC realiza la transformación de la energía en el bus, mientras que la DC lo hace en el cargador.
- El costo del material rodante debe incluir el vehículo y el cargador como un conjunto.
- Por su sencillez, el costo de un cargador AC puede llegar a ser ~ 15% de un cargador DC.
- La relación entre el número de buses y cargadores en cada terminal esta directamente relacionada con la flexibilidad operacional.

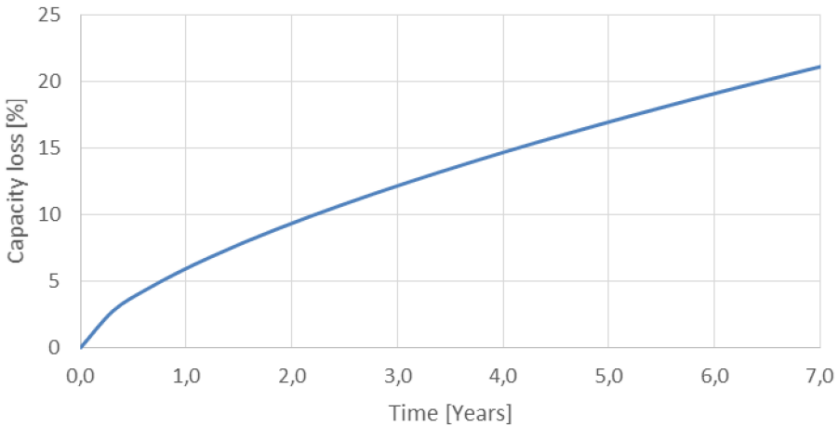
Selección de tecnología

DOD vs ciclos de vida - Batería Litio-ion



Bak, Bak & Kim (2018)

Estimación de perdida de capacidad vs tiempo



Danish Technological Institute (2018)

- Autonomía operacional en función de cantidad y tipo de baterías.
- Reducción de autonomía a través del tiempo por causa de la degradación de las baterías.
- Un inadecuado esquema de carga de los buses puede acelerar la degradación de las baterías.
- Se debe analizar cuidadosamente el *trade-off* entre autonomía y costo operacional.
- Costo de las baterías y su valor residual luego de cumplir su vida útil en la operación de transporte

Contenido

1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

Infraestructura

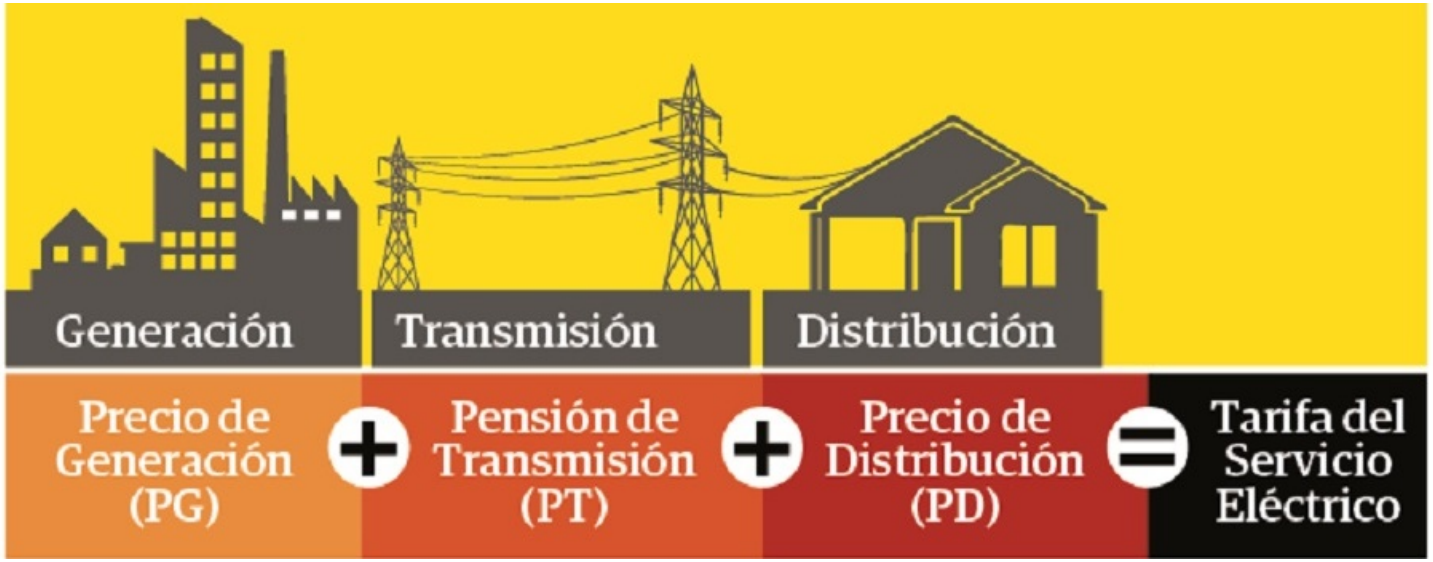
- Ubicación de los terminales considerando la disponibilidad de potencia.
- La cantidad de potencia instalada juega un papel clave en la estructuración financiera del proyecto.
- La construcción de equipos eléctricos especializados requeridos para el proyecto (*e.g.* transformadores) pueden definir la ruta critica de construcción de la infraestructura.
- Sistemas de apoyo y redundancia (*e.g.* generadores, baterías) son esenciales para garantizar la continuidad del servicio en ausencia del fluido eléctrico.

Contenido

1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

Condiciones del mercado eléctrico



Fuente: Osinergmin

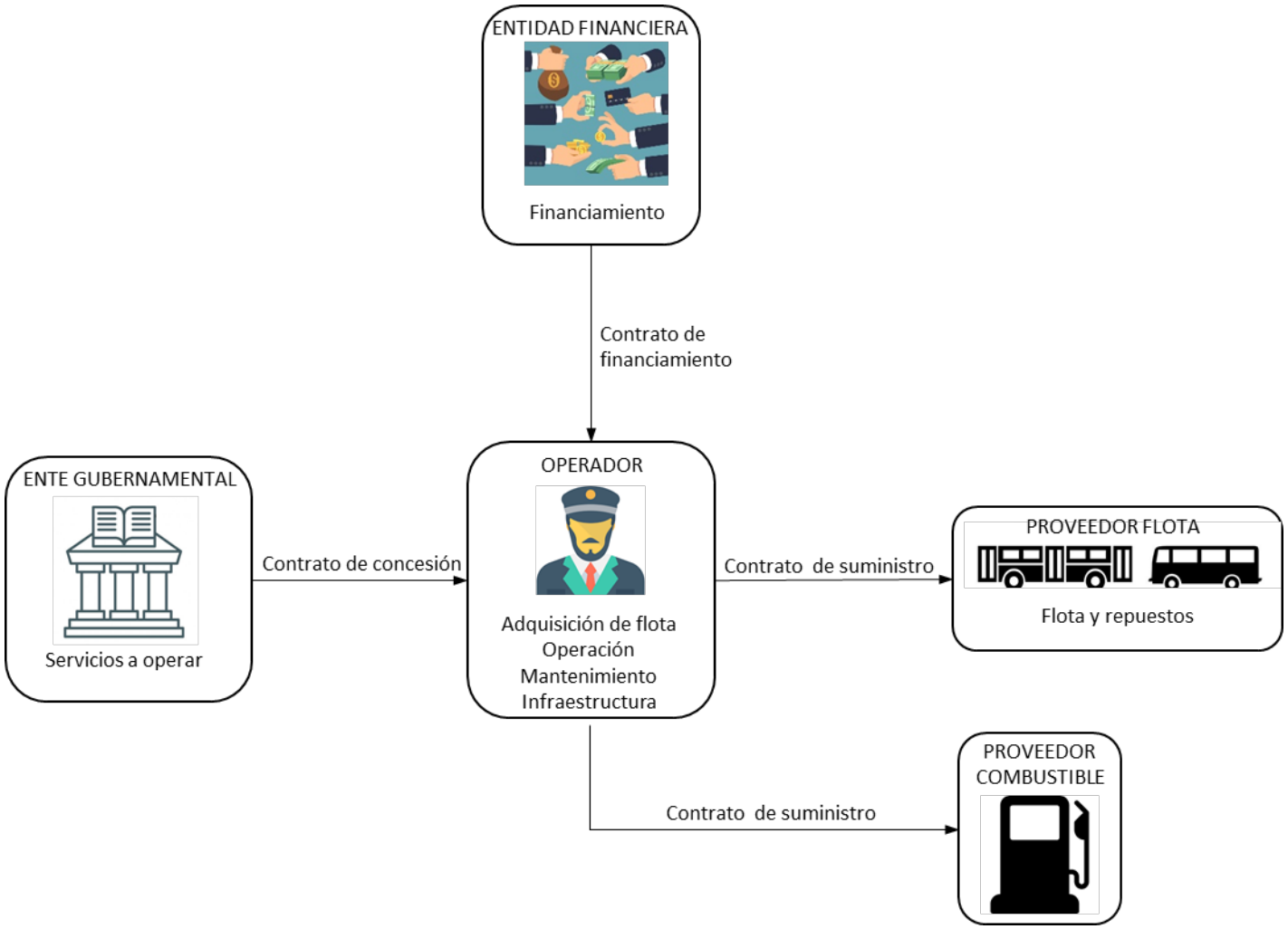
- La reducción de los costos operacionales alcanzados por el remplazo de combustibles fósiles por energía eléctrica, entra a solventar los costos adicionales de adquisición de flota.
- La negociación de tarifas preferenciales viabiliza la implantación de los proyectos.
- Se debe considerar las restricciones operacionales cuando existen esquemas tarifarios que varíen por periodo del día o época del año.

Contenido

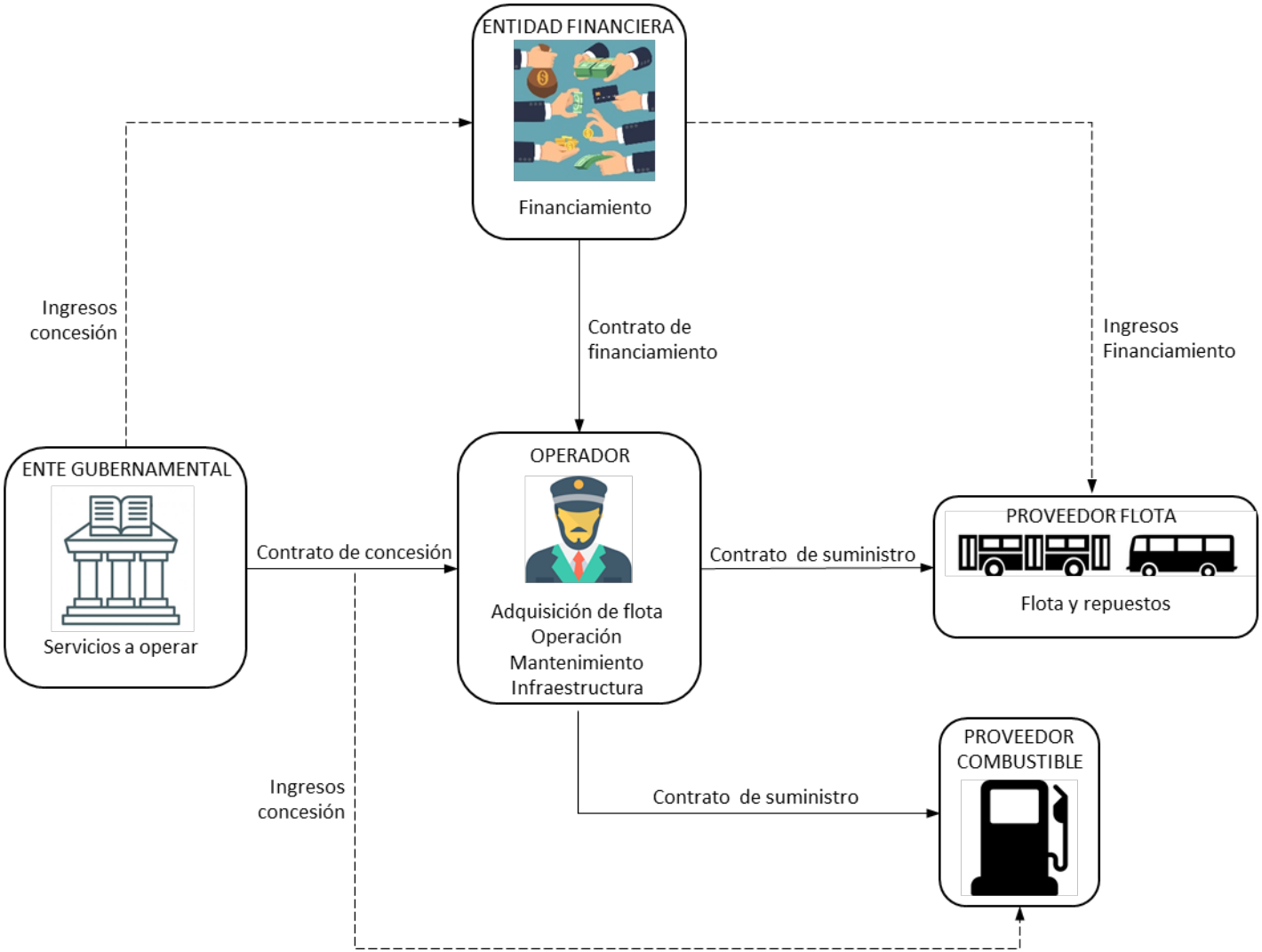
1. Características de la movilidad en Perú
   - Indicadores
   - Requerimientos

2. Variables relevantes para la implementación
   - Características del sistema de transporte
   - Selección de tecnología
   - Infraestructura
   - Condiciones del mercado eléctrico
   - Modelo de negocio

Modelo de Negocio - Esquema Tradicional

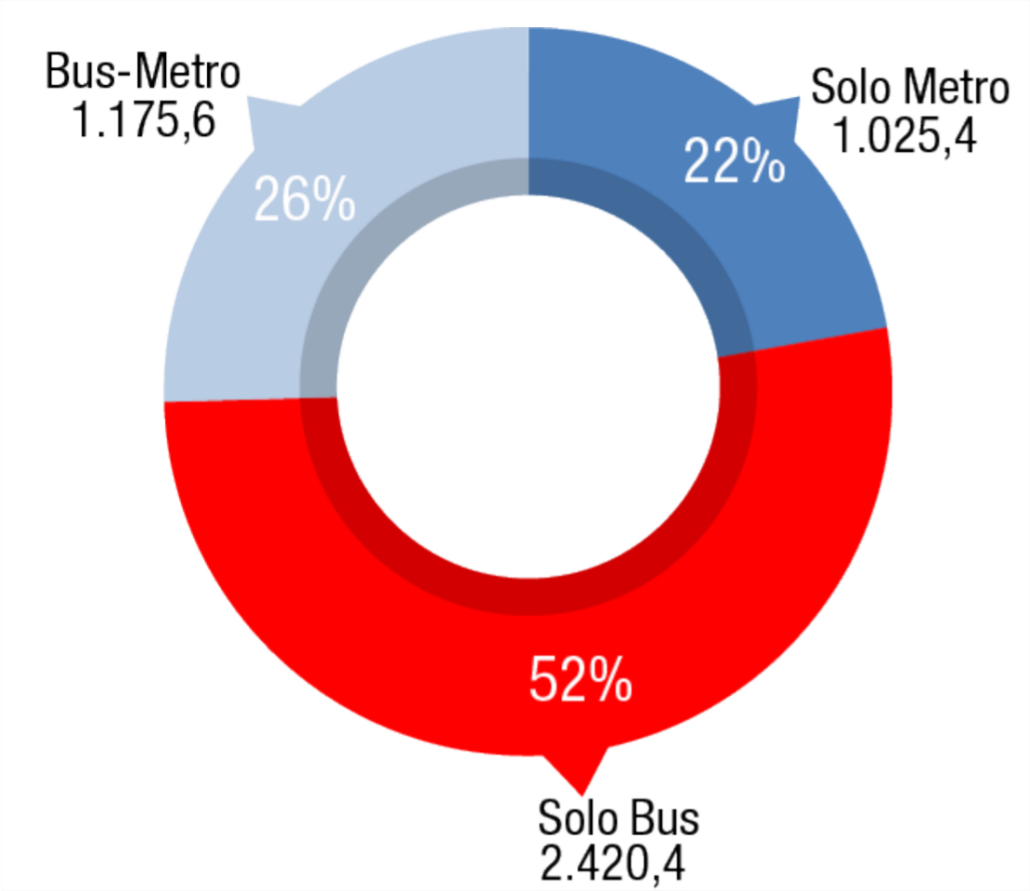


Modelo de Negocio - Esquema Tradicional



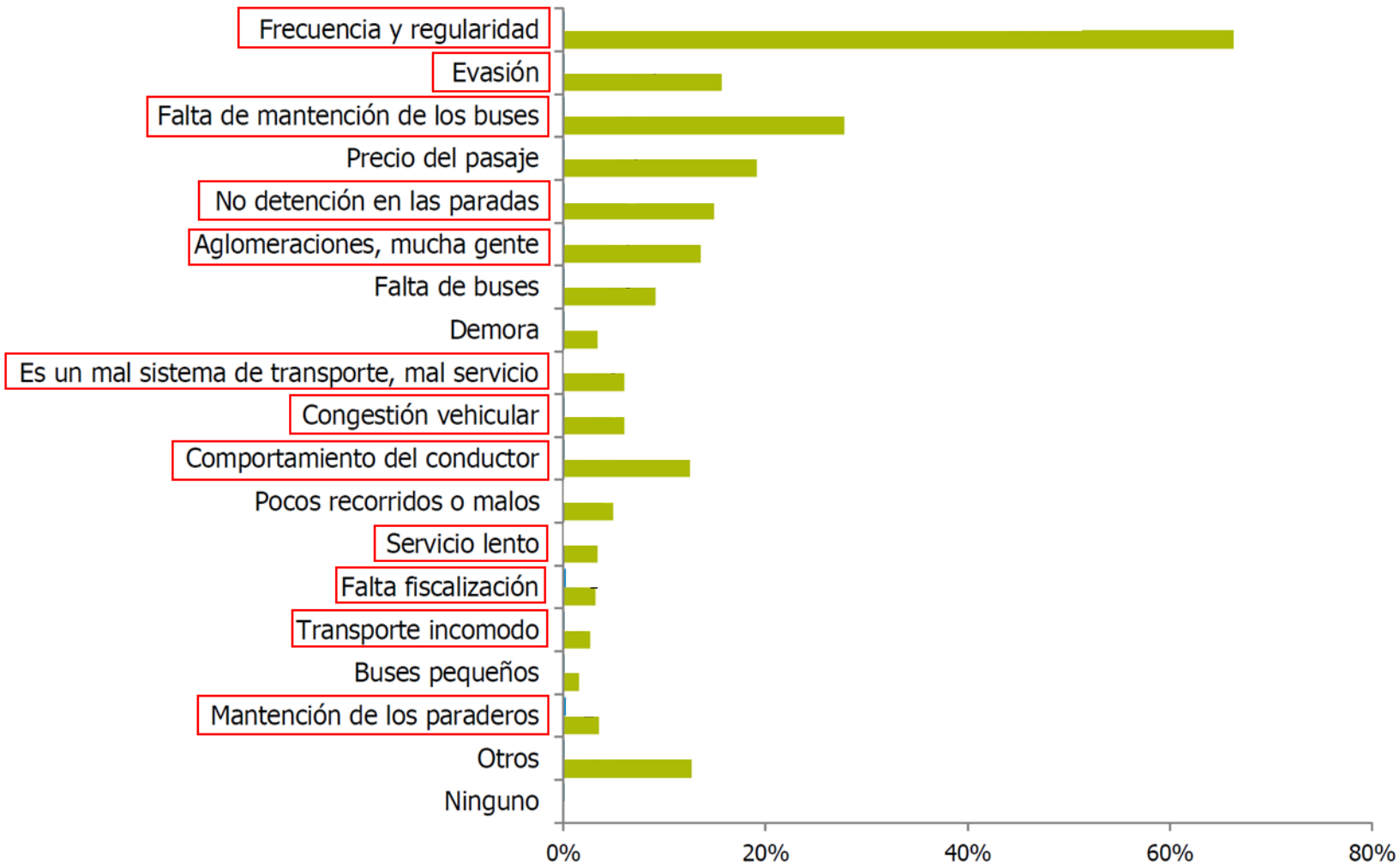
Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos en Santiago

Distribución modal



Fuente: Secretaría de Planificación de Transporte, 2015

Sistema de transporte público con mala percepción de nivel de servicio



Fuente: Directorio de Transporte Metropolitano, 2016

Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos en Santiago

Imagen objetivo BRT eléctrico

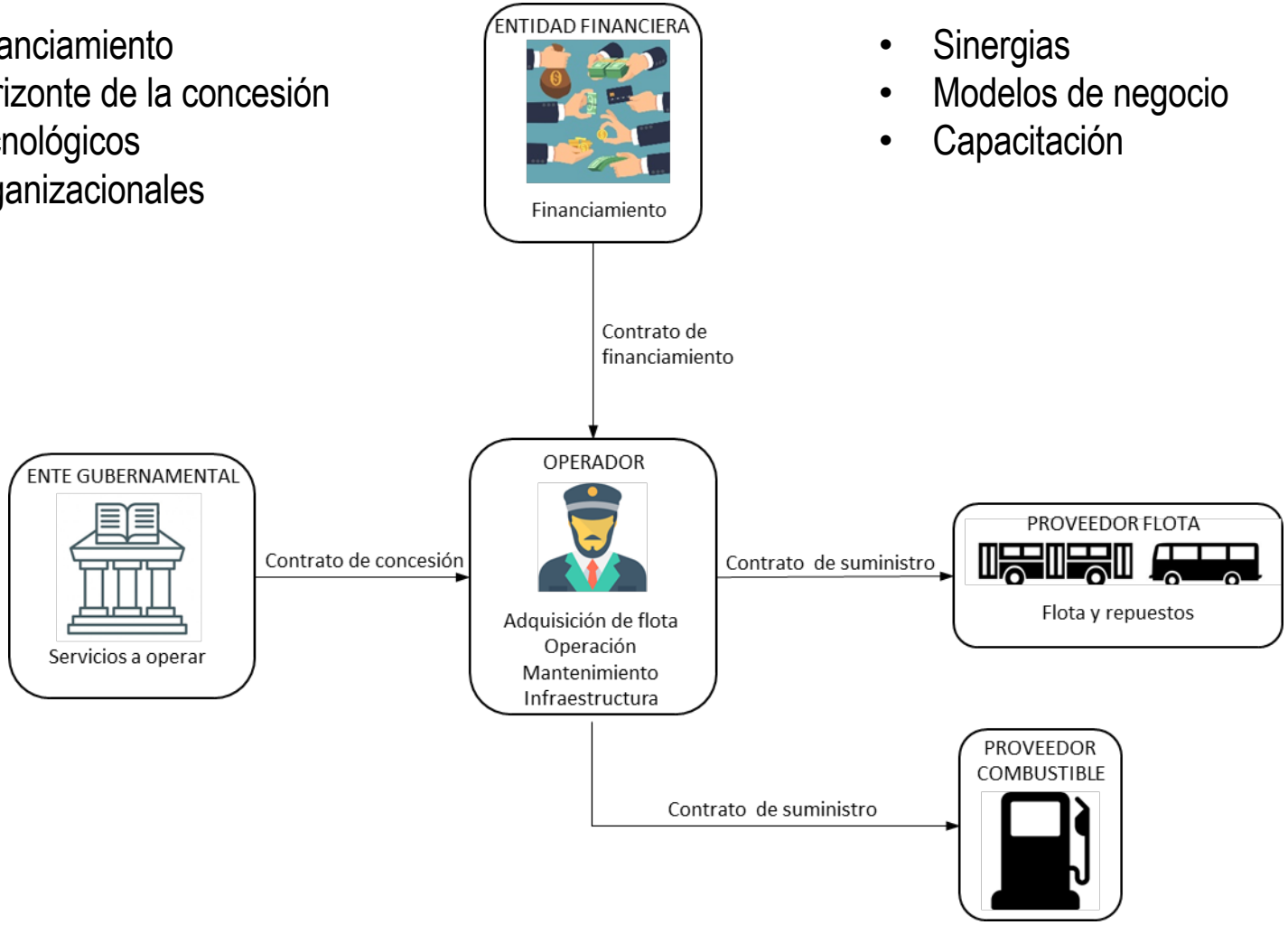
Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos en Santiago

Barreras:

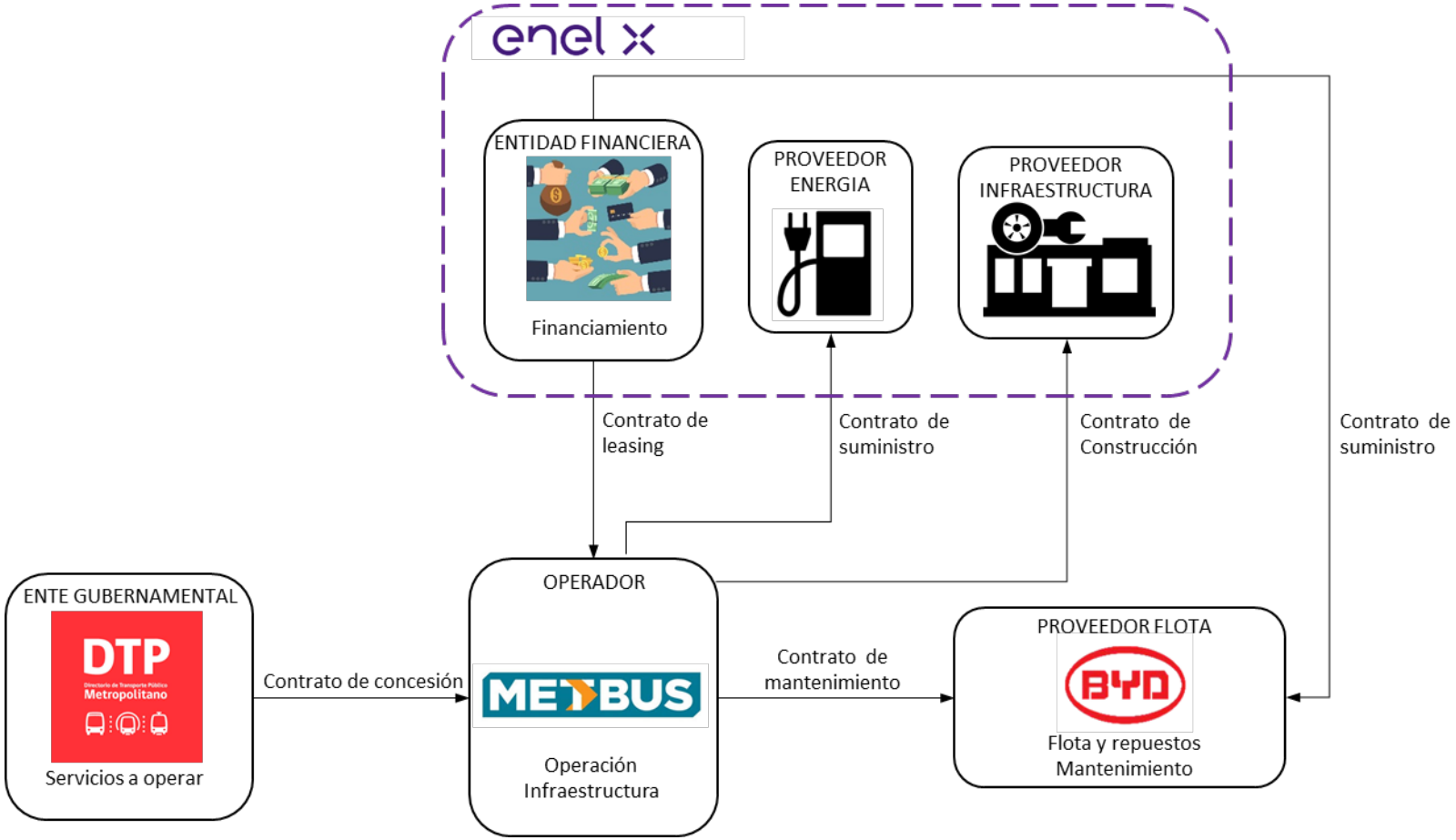
- Financiamiento
- Horizonte de la concesión
- Tecnológicos
- Organizacionales

Soluciones potenciales:

- Sinergias
- Modelos de negocio
- Capacitación

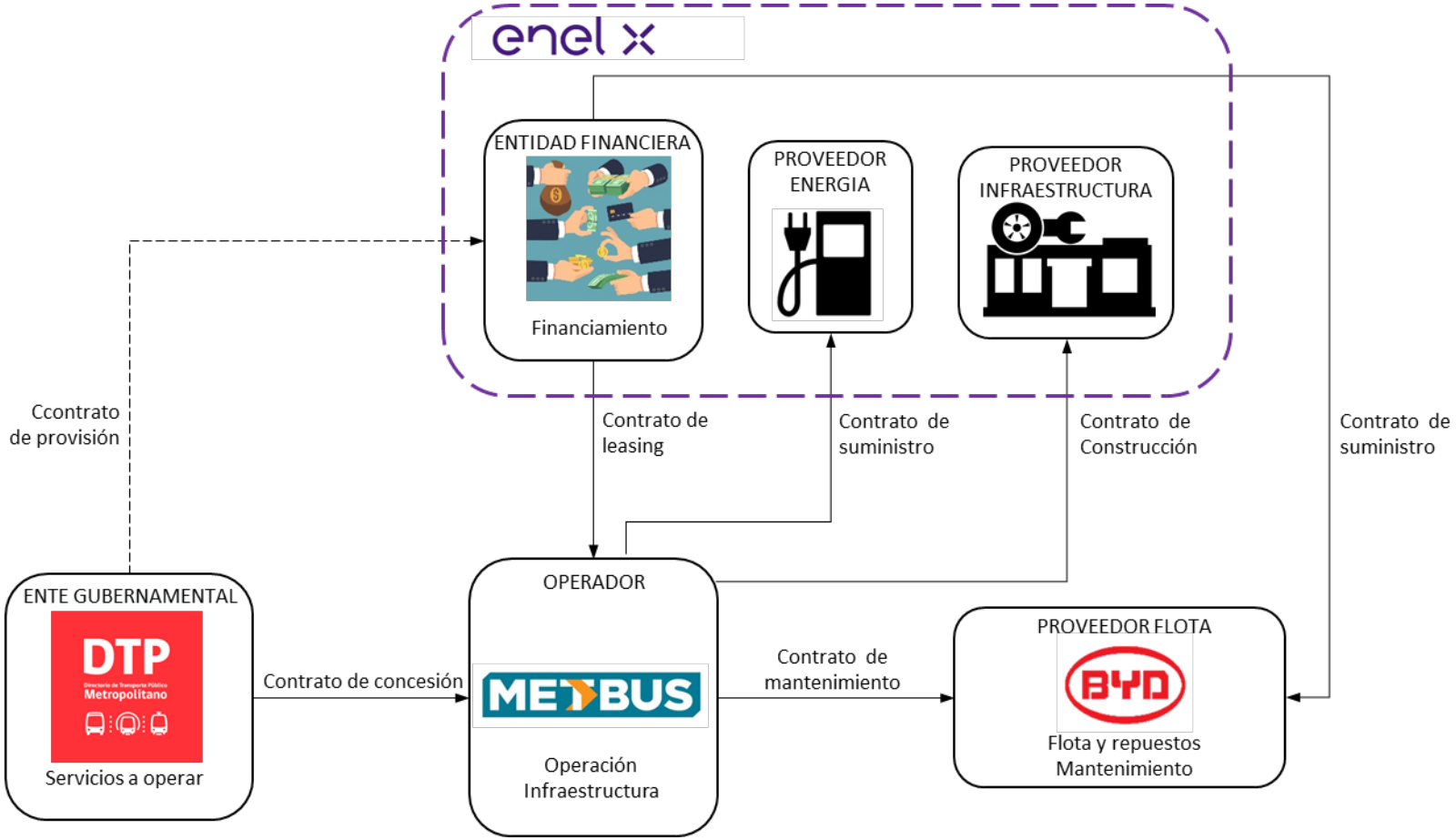


Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos en Santiago



- Sinergias entre actores con intereses comunes: Metbus, ENEL, BYD.
- Segregación de riesgos teniendo en cuenta la especialización de cada uno de los actores
- Mecanismos de regulación entre las actividades que involucran a los actores.

Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos en Santiago



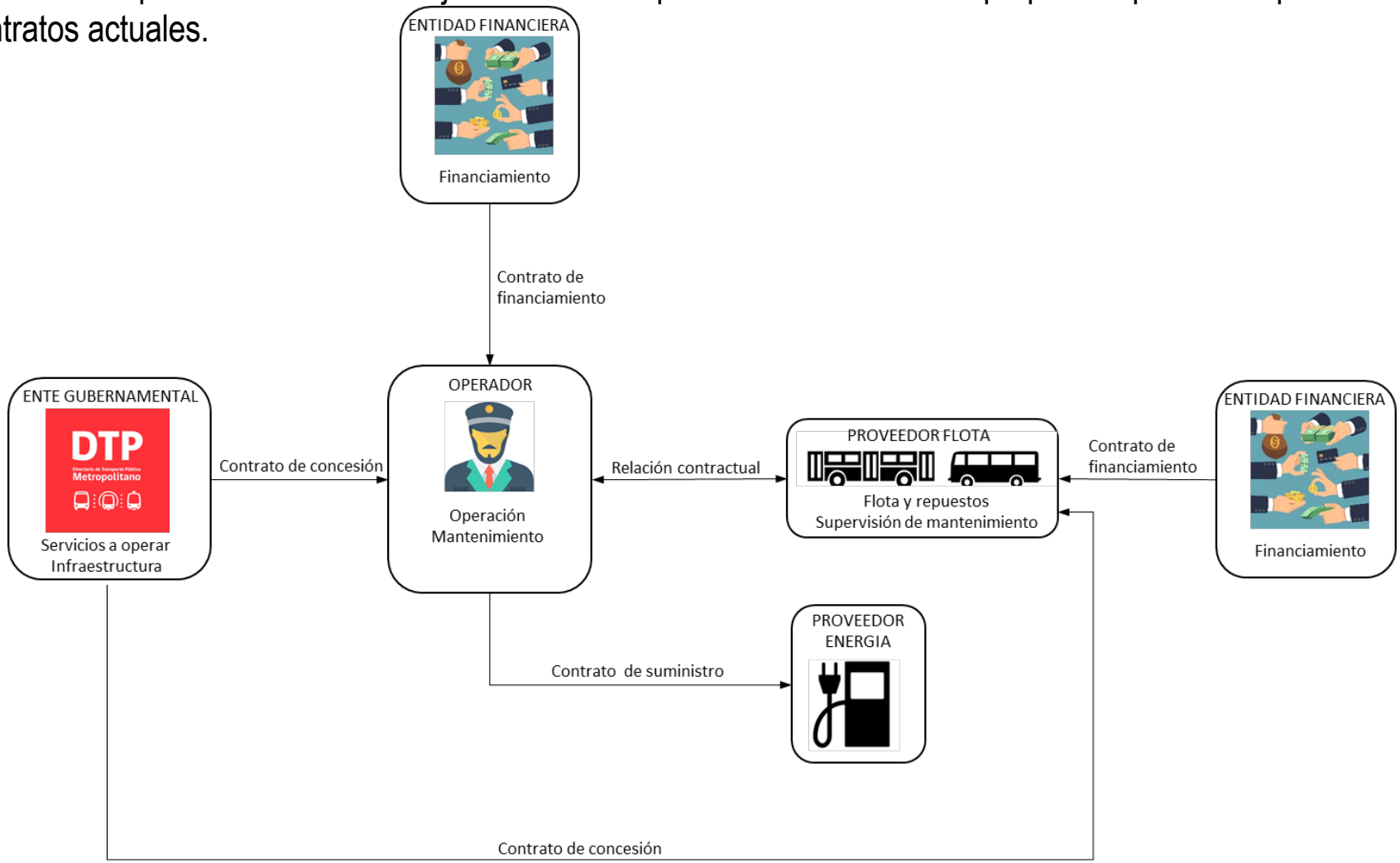
- Sinergias entre actores con intereses comunes: Metbus, ENEL, BYD.
- Segregación de riesgos teniendo en cuenta la especialización de cada uno de los actores
- Mecanismos de regulación entre las actividades que involucran a los actores.

Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos en Santiago

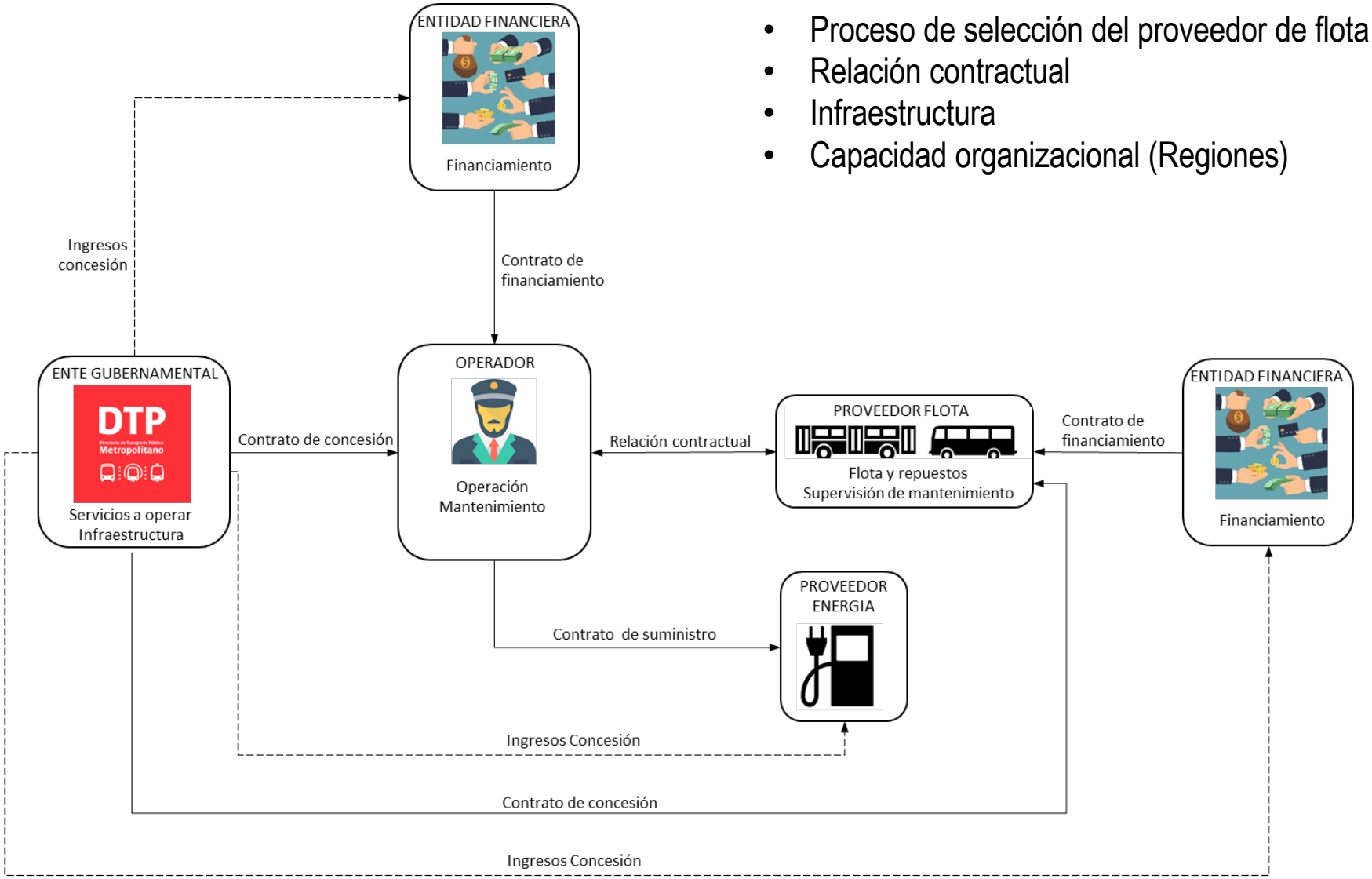
- Piloto de 2 buses: Marzo de 2017
- Escalamiento 1 incluyendo 100 buses adicionales: Diciembre de 2018
- Escalamiento 2 llegando a 295 buses: Octubre 2019
- Implementación del modelo de negocio con otros operadores (Vule, STP), otros proveedores de energía (ENGIE) y otras marcas de buses (Yutong, King Long).
- Calificación de 6.4/7.0 para los buses eléctricos vs 3.4/7.0 para los buses diesel.

Modelo de Negocio – Licitación buses Santiago

- En noviembre de 2019, el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile inicio el proceso de licitación del proveedor de flota bajo el nuevo esquema de concesiones propuesto para reemplazar los contratos actuales.



Modelo de Negocio – Licitación buses Santiago

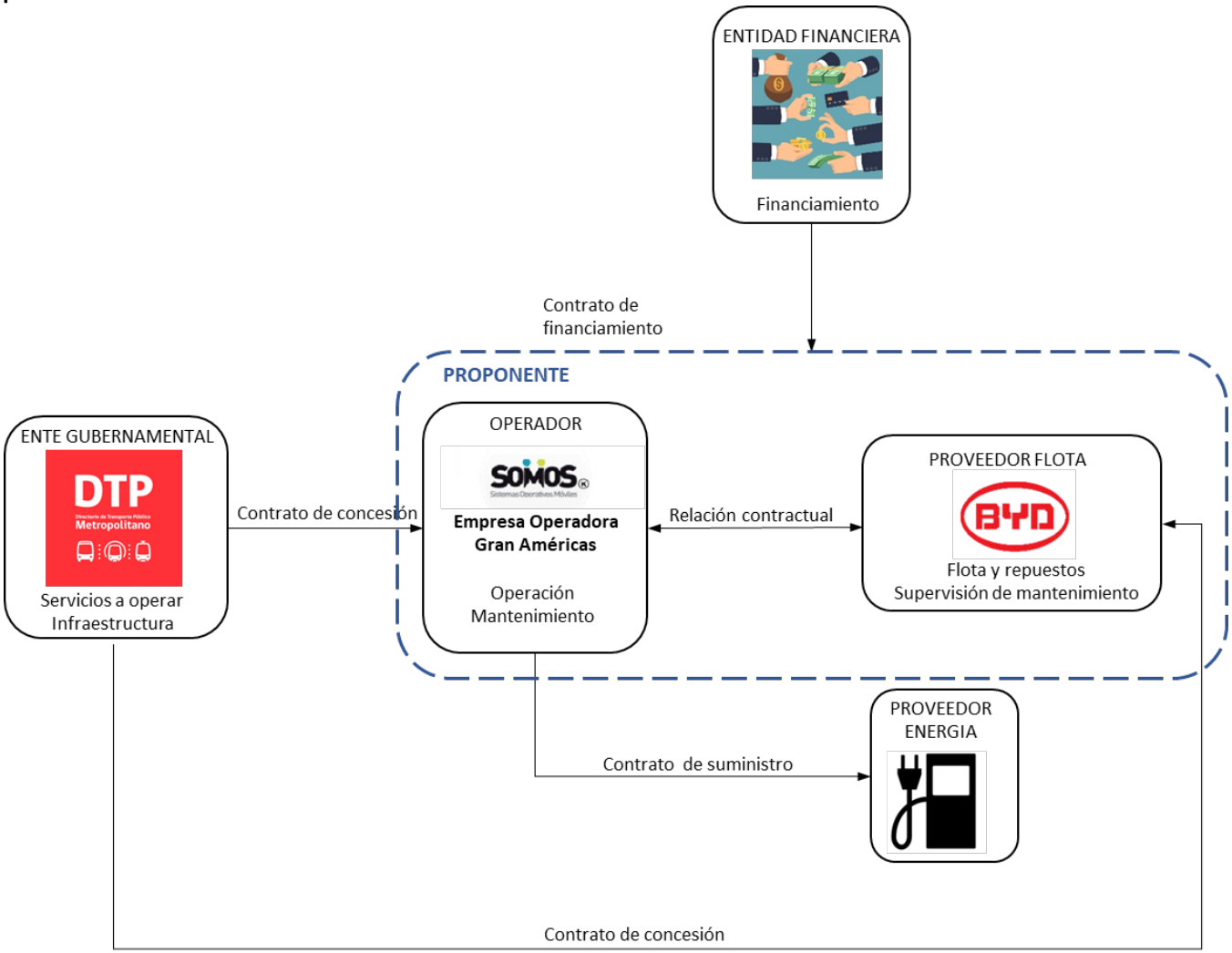


Barreras

- Proceso de selección del proveedor de flota
- Relación contractual
- Infraestructura
- Capacidad organizacional (Regiones)

Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos Bogotá

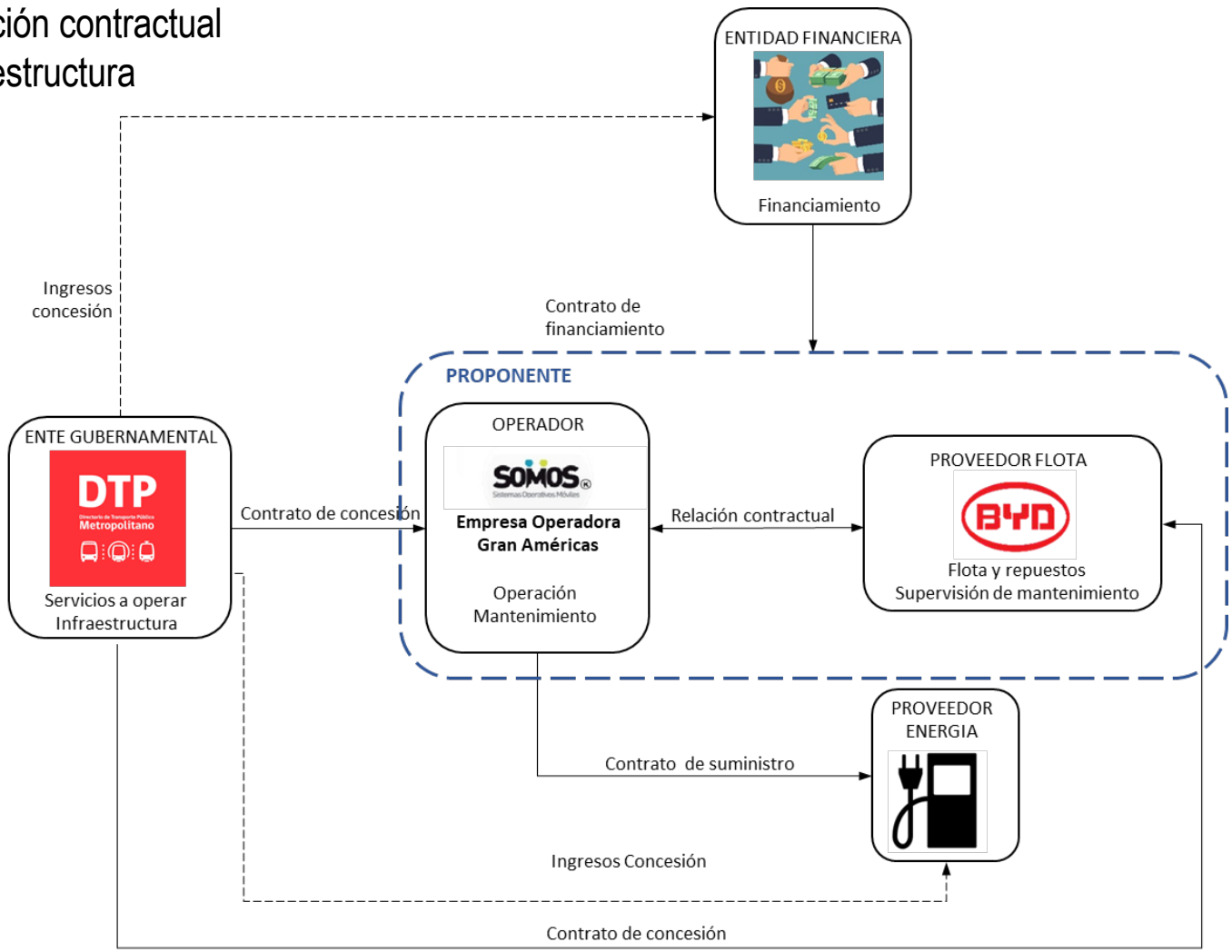
- En noviembre de 2019, el sistema de transporte Transmilenio de la ciudad de Bogotá adjudicó la provisión y operación de una flota de 379 buses eléctricos.



Modelo de Negocio - Operación buses eléctricos Bogotá

Barreras

- Relación contractual
- Infraestructura



IMPLEMENTACIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS EN SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Lima, 5 de febrero de 2020

BID
Banco Interamericano de Desarrollo