Metro de Bogotá

Vehículos fiduciarios y proyectos de infraestructura urbana: Caso Metro de Bogotá

Andrés Escobar U.
Gerente Proyecto

CAMACOL
CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

ASOFIDUCIARIAS

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

FRENTES DE TRABAJO

1. ESTRUCTURACION
2. COMPRA DE PREDIOS
3. TRASLADO ANTICIPADO DE REDES (TAR)
4. EMPRESA METRO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

PROCESO DE OPTIMIZACION PLMB

- El presupuesto asignado al Metro es de 13,9 Billones, surgido de una decisión del CONFIS a finales de 2014.

- Este presupuesto surgió de una propuesta del Consorcio L1, con un trazado desde Bosa hasta la calle 127, subterráneo.

- Al momento del presupuesto, la tasa de cambio era 1997 pesos por dólar. Devaluación luego alcanzó el 62%

- En 2015 la nación contrató el primer estudio de Ingeniería de Valor, el cual recomendó elevar el 40% del trayecto, reducir estaciones, entre otras.

PROCESO DE OPTIMIZACION PLMB

- Con una tasa de cambio de 3,105 pesos, la tipología bajo tierra solo podría construirse hasta la calle 53, sin posibilidad de generar sistemas de alimentación.

- En febrero de 2016 la Nación y el Distrito acuerdan contratar un estudio que compara alternativas de trazado y tipología, incluyendo la propuesta por el Consorcio L1.

- Para el efecto resulta seleccionada la firma Systra, Consultora del Metro de París con experiencia en el diseño de más de 60 metros.

ESTRUCTURACION
OBJETIVO No 1.

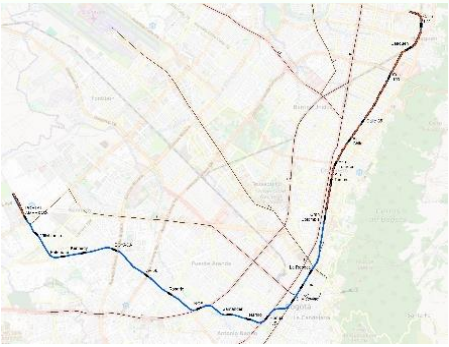
1. Identificar el Mejor Trazado y Alineamiento Vertical

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

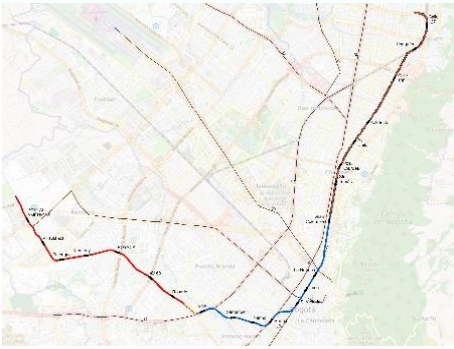
BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

Alternativas de Trazado

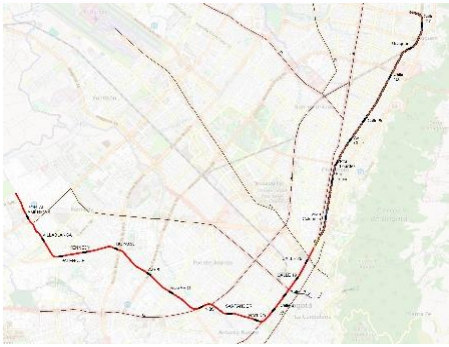
Alternativas Evaluadas y Comparadas



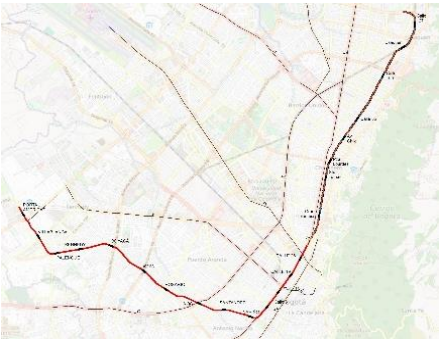
Alternativa base modificada – 100% túnel



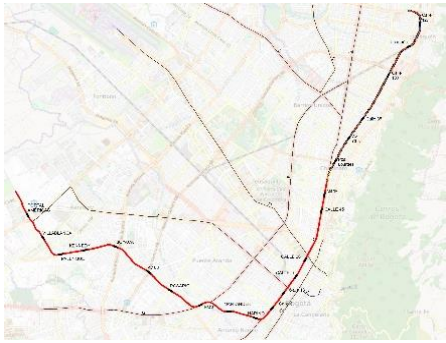
Alternativa A.1 – 68% túnel, 32% viaducto



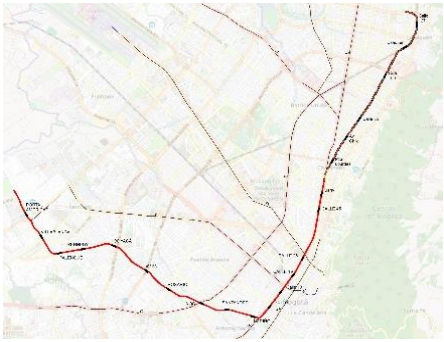
Alternativa B.1 – 41% túnel, 59% viaducto



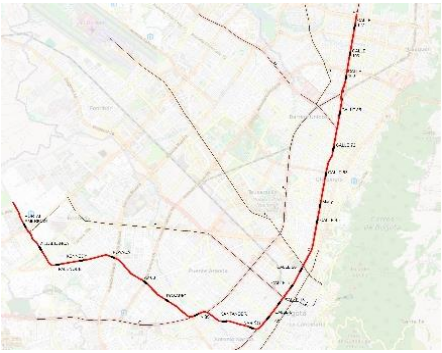
Alternativa B.2 – 41% túnel, 59% viaducto



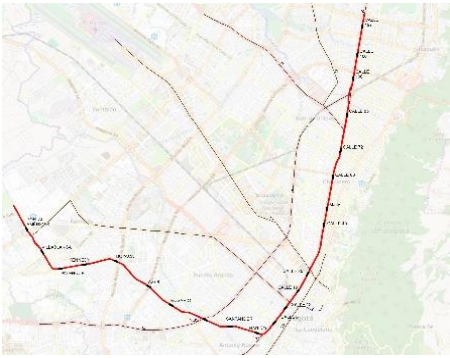
Alternativa C.1 – 31% túnel, 69% viaducto



Alternativa C.2 – 31% túnel, 69% viaducto



Alternativa D.1 – 100% viaducto



Alternativa D.2 – 100% viaducto

Transmilenio

C2

Túnel

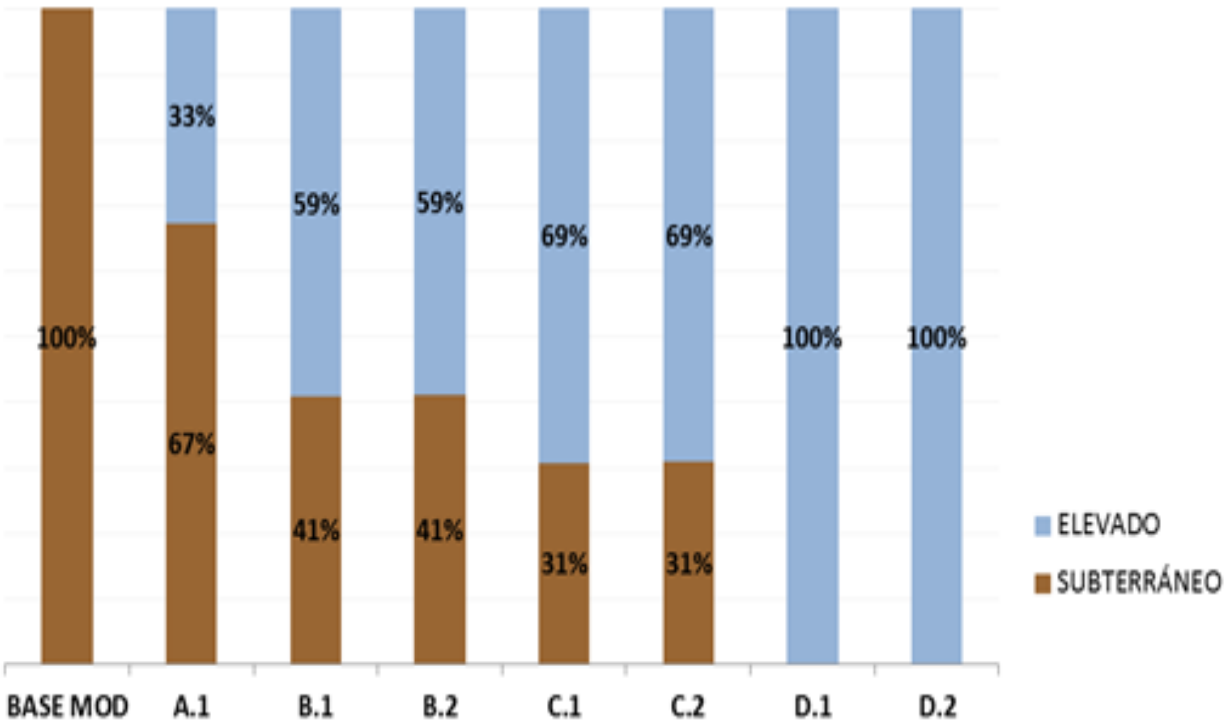
Viaducto

Túnel entre pantallas

Trinchera transición

Estaciones

Alternativas Evaluadas y Comparadas



	BASE MOD	A.1	B.1	B.2	C.1	C.2	D.1	D.2
Longitud (Km)	27,1	27,1	26,8	26,7	26,8	26,7	25,8	25,7
No. Estaciones	22	22	22	22	22	22	22	22

MATRIZ MULTICRITERIO
Indicadores Seleccionados y Ponderados (parte 1)

Componente Impacto Ambiental					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PESOS	
Fuentes hídricas	Cruces con cuerpos de agua	Cuantitativo	UN	21%	10,00%
Suelo	Generación de escombros durante la obra	Cuantitativo	M3	20%	
Paisajismo	Afectación arbórea	Cuantitativo	UN	20%	
Ruido y vibraciones	Generación de ruido por la operación del sistema	Cuantitativo	dB	18%	
	Generación de vibraciones por la operación del sistema	Cualitativo	Alto (3), Medio (2), Bajo (1)	21%	

Componente Proceso Constructivo					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PESOS	
Rendimiento	Tiempo total de construccion	Cuantitativo	Meses	22%	14,00%
Daño emergente y lucro cesante	Perturbación a vecinos comerciales	Cuantitativo	No. predios comerciales/rendimiento	11%	
Pertubaciones al trafico	En el tráfico vehicular	Cuantitativo	Ml de vias cerradas/rendimiento	13%	
	En la operación del BRT	Cuantitativo	Ml de troncales afectadas/rendimiento	15%	
Ruido y vibraciones	Generación de ruido por la construcción del sistema	Cuantitativo	dB/redimiento	12%	
	Generación de vibraciones por la construcción del sistema	Cualitativo	Alto (3), Medio (2), Bajo (1)	12%	
Redes de servicio público	Interferencias con redes principales	Cuantitativo	Ml de redes	16%	

Componente Urbano-Paisajístico					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Renovación urbana	Potencial de generación de Espacio Público	Cuantitativo	M2 de espacio público	18%	12,00%
	Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios	Cuantitativo	M2 de edificios	18%	
	Potencial de recuperación de zonas deprimidas	Cuantitativo	M2	16%	
Impacto urbano	Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	Cuantitativo	M2 impactados	16%	
	Proximidad con fachadas (abajo 10m)	Cuantitativo	Ml de fachadas	16%	
	Impacto visual	Cualitativo	-	17%	

MATRIZ MULTICRITERIO
Indicadores Seleccionados y Ponderados (parte 2)

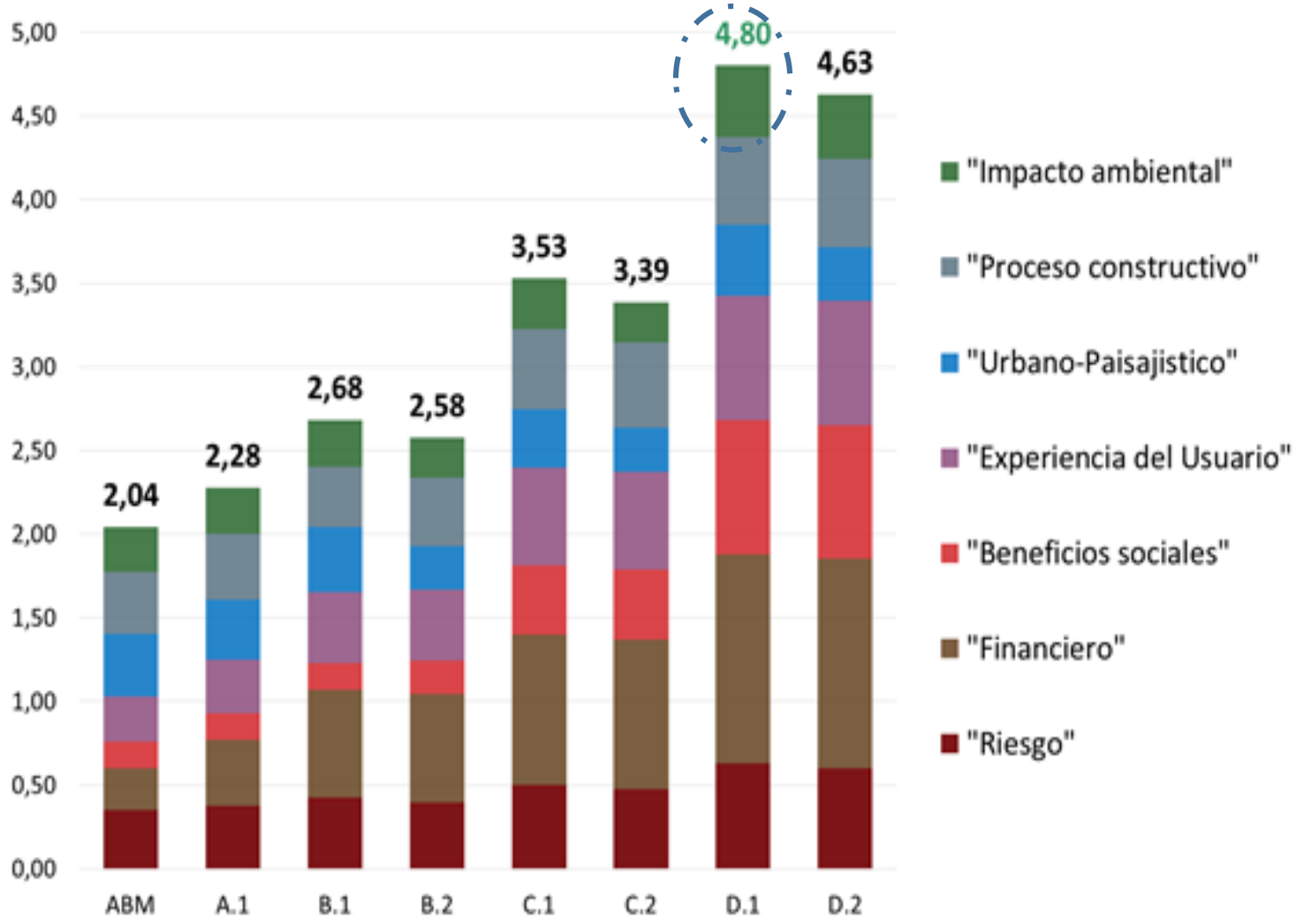
Componente Experiencia del Usuario					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Percepción en el uso del sistema de transporte	Apropiacion de la ciudad	Cualitativo	-	34%	8%
	Percepción de seguridad	Cualitativo	-	35%	
	Salubridad e hibiene	Cuantitativo	Ml de tunel, trinchera, viaducto	31%	

Componente Beneficios Sociales					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Mejoras de transporte	Pasajeros transportados (HP)	Cuantitativo	Embarques	42%	16%
	Ahorros en tiempo	Cuantitativo	Horas.pasajeros	32%	
Integracion BRT	Tiempo promedio de transferencia	Cuantitativo	mn	26%	

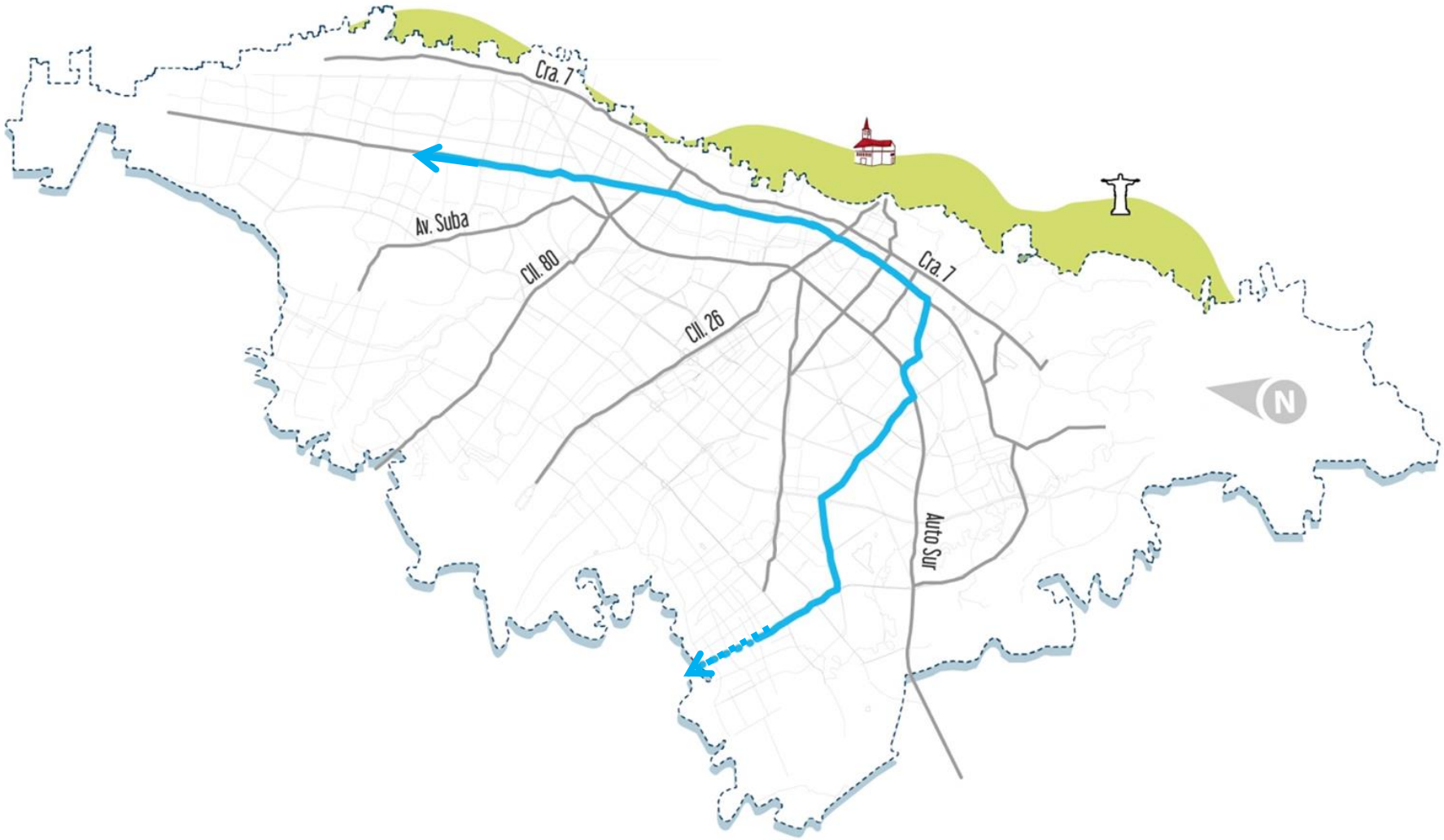
Componente Financiero					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Costos inversión y explotación	Costos de inversión sistema metro por km (con predios)	Cuantitativo	$COP/km	59%	25%
	Costos de operación y mantenimiento	Cuantitativo	$COP/tren.kilómetro	41%	

Componente Riesgos					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Riesgo geotecnico	Subsidencia y derrumbes	Cuantitativo	Ml	17%	15%
Riesgo sismico	Riesgo sismico para las estructuras	Cuantitativo	Ml	16%	
Riesgo sobre el cronograma	Incertidumbre sobre el rendimiento de construccion	Cuantitativo	Ml/dia	25%	
Riesgo de gestión predial	Riesgo sobre la gestión predial	Cuantitativo	UN predios	18%	
Riesgo financiero	Incertidumbre sobre el costo del proyecto	Cualitativo	-	25%	

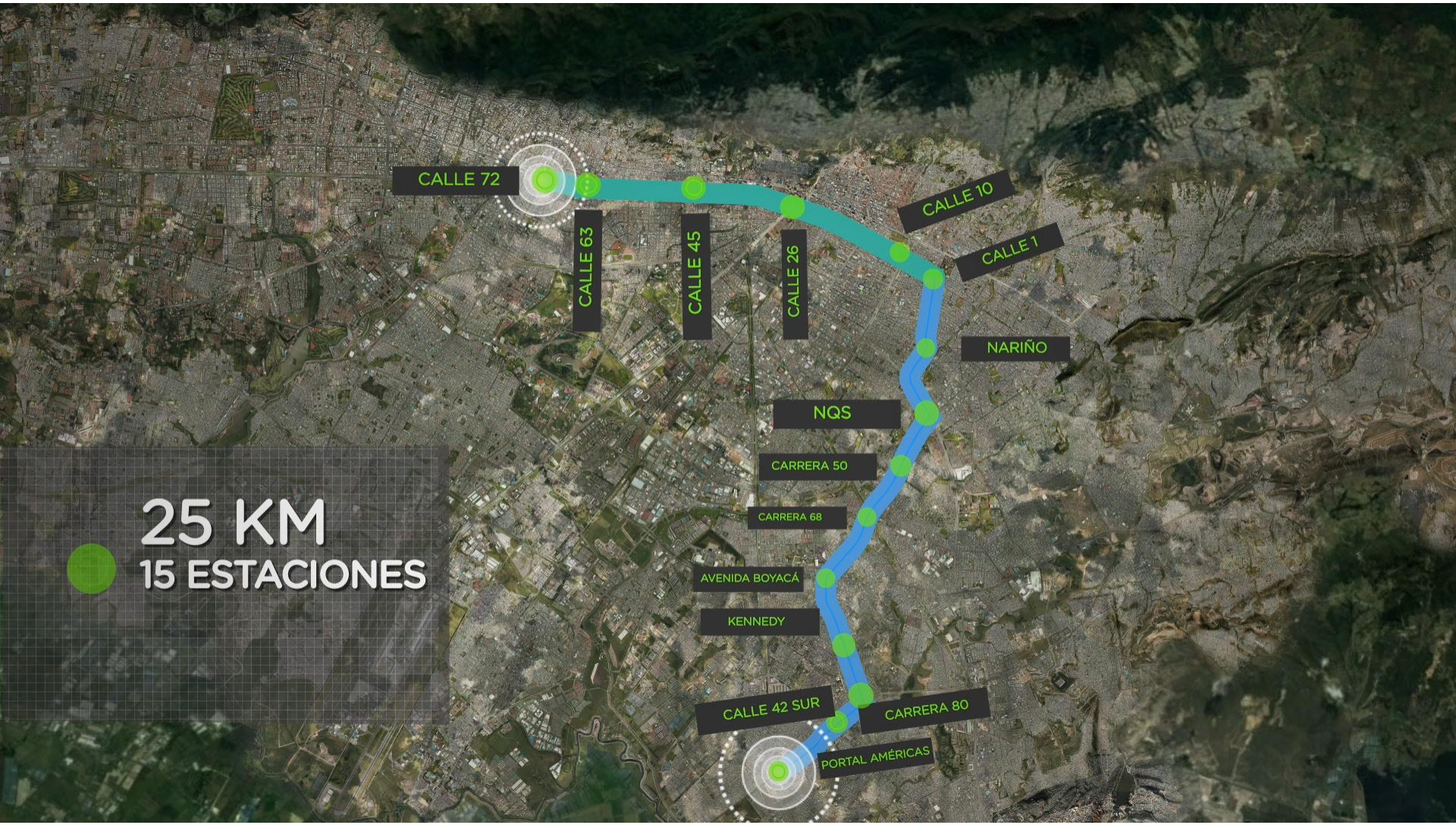
Resultados Matriz de Evaluación Multicriterio



Mejor Alternativa: D1 (100% Viaducto)



Alternativa Ganadora: D1 (100% Viaducto)


CALLE 72
CALLE 63
CALLE 45
CALLE 26
CALLE 10
CALLE 1
NARIÑO
NQS
CARRERA 50
CARRERA 68
AVENIDA BOYACÁ
KENNEDY
CALLE 42 SUR
CARRERA 80
PORTAL AMÉRICAS
25 KM
15 ESTACIONES

FRENTE DE TRABAJO No 2

Adquisición de Predios

a) Para el Viaducto

b) Para las Estaciones Laterales

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

INTRODUCCIÓN
Requerimiento Estimado de Predios

Grupo	Familia 1	Familia 2	TOTAL
Objetivo	Habilitar la Construcción del viaducto y espacio público adicional	Suelo para edificios laterales a las estaciones	
Área Estimada (m2)	40,000	210,000	250,000
Cantidad Estimada de Predios	350	1,250	1,600

2

Predios para el Viaducto

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

PREDIOS PARA EL VIADUCTO
Viaducto

CRITERIOS:	**Distancia Borde de Placa a Fachada > 10 m**	
EJECUTOR:	**IDU**	
REQUERIMIENTOS:	**Área de Suelo:**	**40.312 m2**
	Número de Predios:	**349**
	Valor promedio m2 Suelo:	**$ 1´800.000**

Curva Calle 1 – Av. Caracas

Curva Av. Villavicencio – Av. 1 de Mayo

PREDIOS PARA EL VIADUCTO
Afectación por distancia tablero a fachada

Calle 8ª Sur

Calle 1ª

Racional de las Estaciones:

- Ligeras
- Generadoras de Espacio Público
- Integrales
- Ahorros en inversión
- Generadoras de rentas (plusvalia)

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

PREDIOS PARA LAS ESTACIONES INTEGRALES
Visto del Impacto en el Trazado

CIFRAS BÁSICAS DE LA ADQUISICIÓN PREDIAL
Área de terreno estimada para Estaciones Integrales

Para 14 de las 15 estaciones se requiere cerca de 207 mil m2 de terreno. Esto es, cerca de 15 mil m2 por estación

Estaciones	Tipo de estación	Requerimiento de área predial (m2)	Costo Suelo y Mejoras (Millones COP/m2)	Costo de Gestión Predial (Millones COP)	Tráfico peatonal de la estación al día (2050)
Portal Americas	Intermodal (transversal)	0	$ 2.9	$ -	134,730
Agoberto Mejía	Sencilla	14,532	$ 2.9	$ 42,433	98,260
Palenque	Sencilla	14,742	$ 2.9	$ 43,047	53,990
Hospital Kennedy	Sencilla	17,424	$ 2.9	$ 50,879	87,190
Avenida Boyaca	Intermodal (transversal)	17,237	$ 2.8	$ 47,575	70,810
Avenida 68	Intermodal (transversal)	5,206	$ 2.8	$ 14,369	45,830
Rosario	Sencilla	14,408	$ 2.8	$ 39,766	55,080
Avenida NQS	Intermodal (axial)	7,957	$ 2.8	$ 21,961	28,720
Santander	Sencilla	20,473	$ 2.8	$ 56,506	61,860
Calle 1 - Hospitales	Intermodal (axial)	10,660	$ 2.7	$ 29,209	53,990
Calle 11 - Centro Histórico	Intermodal (axial)	9,804	$ 7.0	$ 68,630	51,462
Calle 26	Intermodal (axial)	7,026	$ 2.7	$ 19,250	95,000
Calle 45	Intermodal (axial)	19,851	$ 4.1	$ 81,587	118,230
Calle 63 (Lourdes)	Intermodal (axial)	8,325	$ 4.1	$ 34,215	101,020
Calle 72	Intermodal (axial)	39,562	$ 5.0	$ 197,811	225,910
TOTAL LÍNEA		**207,208**		**$ 747,238**	**1,282,082**

El Costo de Gestión Predial estimado por el IDU para estos predios es de $747 mil millones

5

Tipología de una Estación Integral

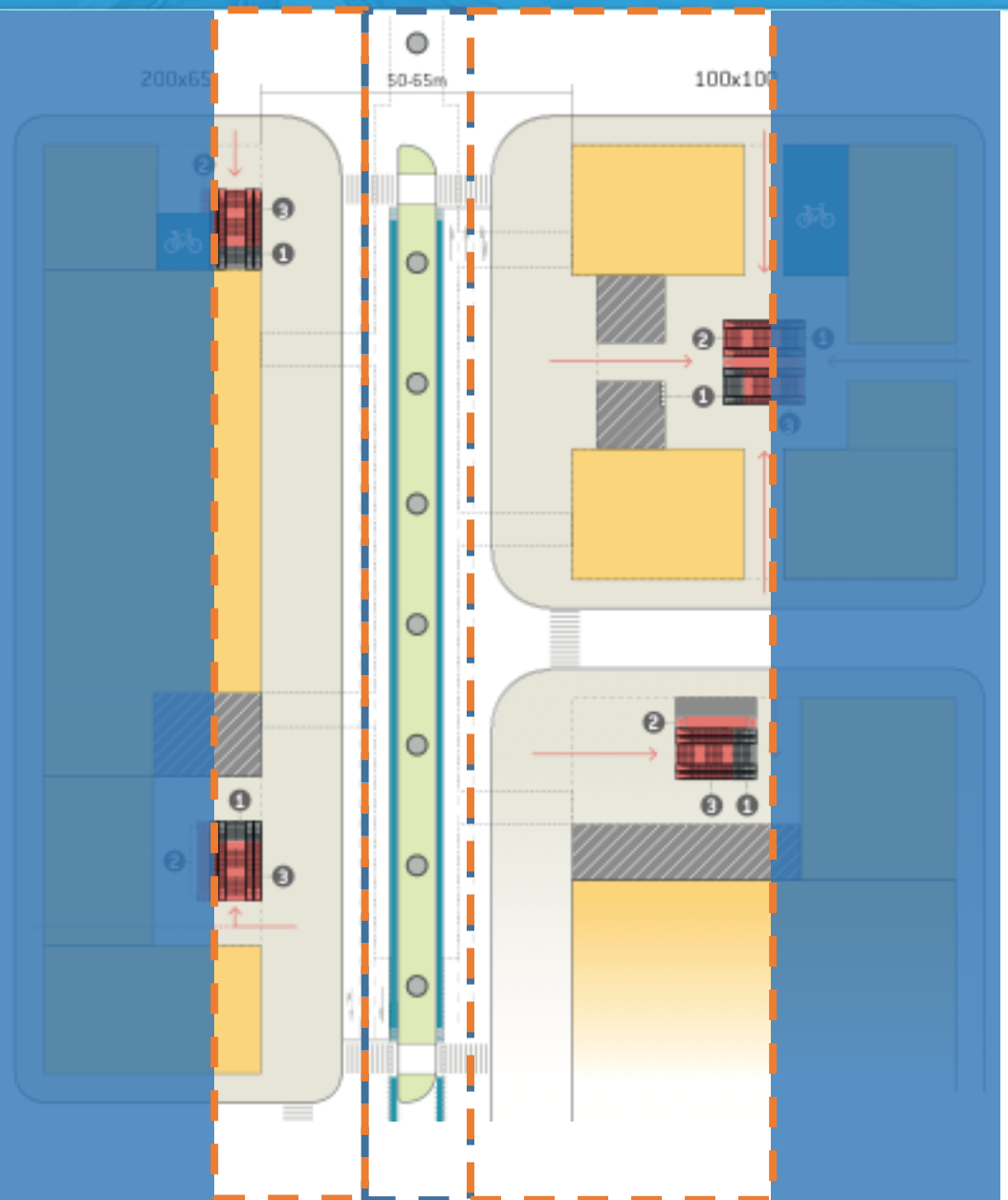
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

TIPOLOGÍA DE UNA ESTACIÓN INTEGRAL
Plataforma Ligera + Edificios Laterales

TIPOLOGÍA DE UNA ESTACIÓN INTEGRAL
Plataforma Ligera + Edificio de Acceso Lateral

TIPOLOGÍA DE UNA ESTACIÓN INTEGRAL
Estación con Desarrollos Laterales



Componentes Funcionales en las estaciones

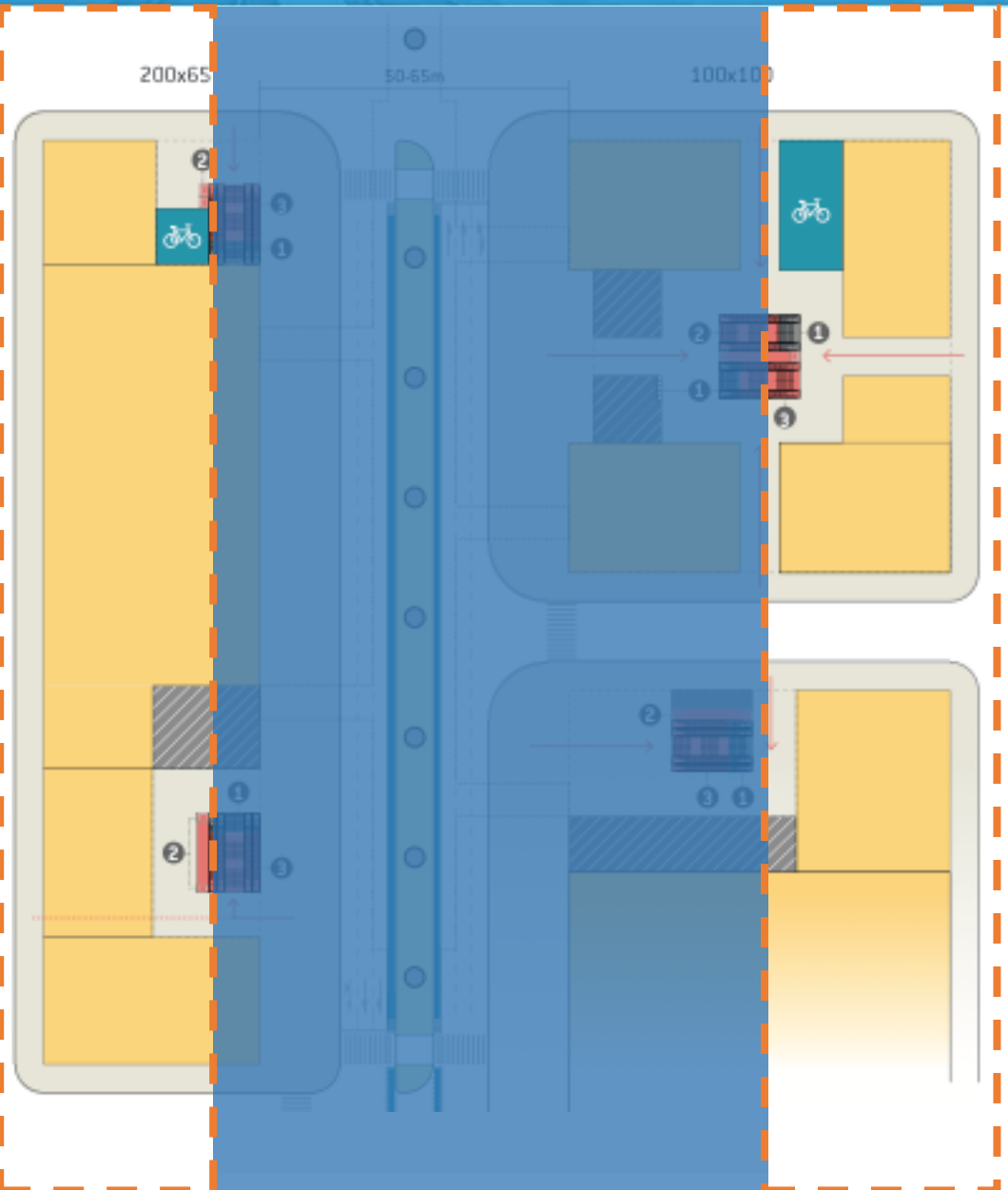
Plataforma de embarque

- Andenes
- Zona paga

Edificio lateral

- Cuartos operacionales
  - Taquillas
  - Seguridad
  - Personal
- Cuartos técnicos
  - Sistema eléctrico y tracción
  - Sistemas de comunicación
  - Otros
- Elementos de circulación vertical

TIPOLOGÍA DE UNA ESTACIÓN INTEGRAL
Estación con Desarrollos Laterales



Componentes complementarios para realizar captura de valor

- Locales comerciales en las plantas bajas
- Oferta inmobiliaria en mezcla de usos de las plantas altas, según demanda
- Equipamientos
- Infraestructura de conexión con otros modos de transporte
  - Cicloparqueaderos
  - Bahías de rutas SITP
  - Bahías Taxis
- Elementos de circulación vertical adicional

RACIONAL DE LAS ESTACIONES INTEGRALES
Objeto y Facultades Habilitación del Acuerdo 642 / 16

ACUERDO 642 de 2016

Es parte del objeto social de la Empresa Metro:

- Liderar, promover, desarrollar y ejecutar proyectos urbanísticos, en especial de renovación urbana, así como las construcciones y el mejoramiento del espacio público en las áreas de influencia de las líneas del metro

Son funciones de la Empresa Metro:

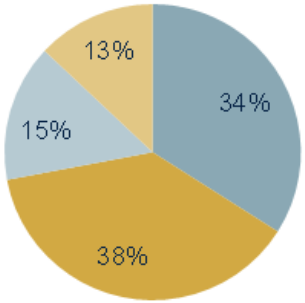
- Planear, gestionar, promocionar y ejecutar proyectos urbanísticos en las áreas de influencia del sistema metro

- Complementar sus ingresos con recursos provenientes de la explotación comercial de sus bienes muebles e inmuebles

Se busca contribuir a la sostenibilidad financiera de la Empresa Metro capturando de valor en la tierra vía la participación en las rentas provenientes de los desarrollos inmobiliarios de las Estaciones Integrales

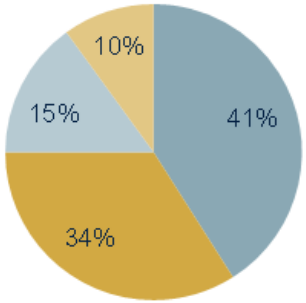
RACIONAL DE LAS ESTACIONES INTEGRALES
Experiencias Internacionales en Ingresos no Tarifarios

Hong Kong (200-2012)



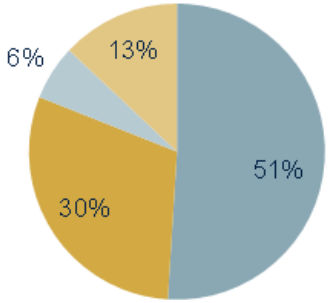
- Operación Ferroviaria
- Desarrollos inmobiliarios
- Servcicios comerciales en estaciones
- Arriendos y administración de activos

Tokio (2004-2013)



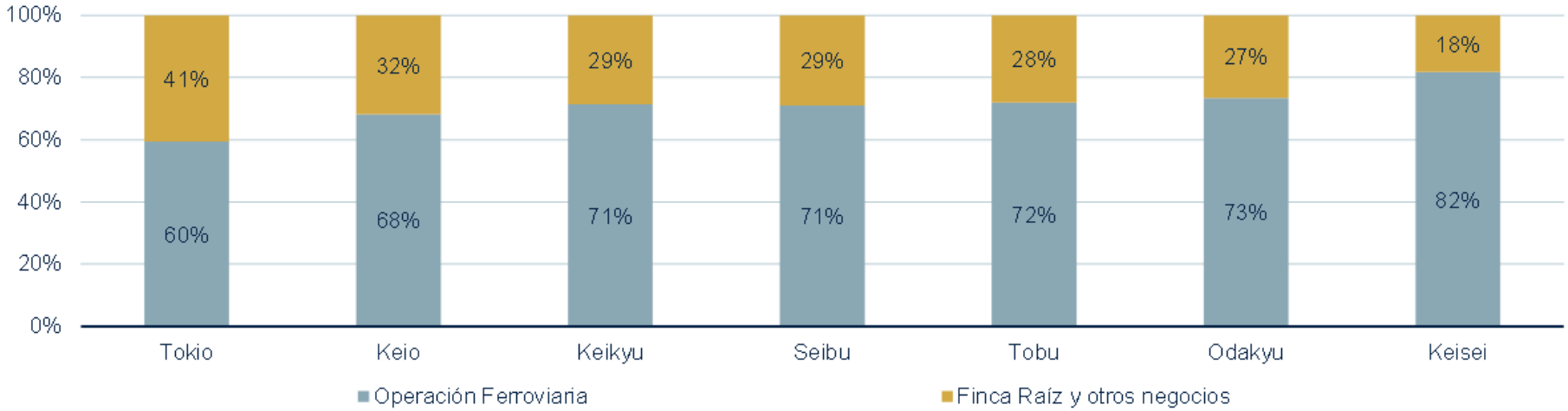
- Operación Ferroviaria y Buses
- Finca Raíz
- Servicios Residenciales
- Servicios Comerciales, Hotel, Recreativos

Delhi (2013)



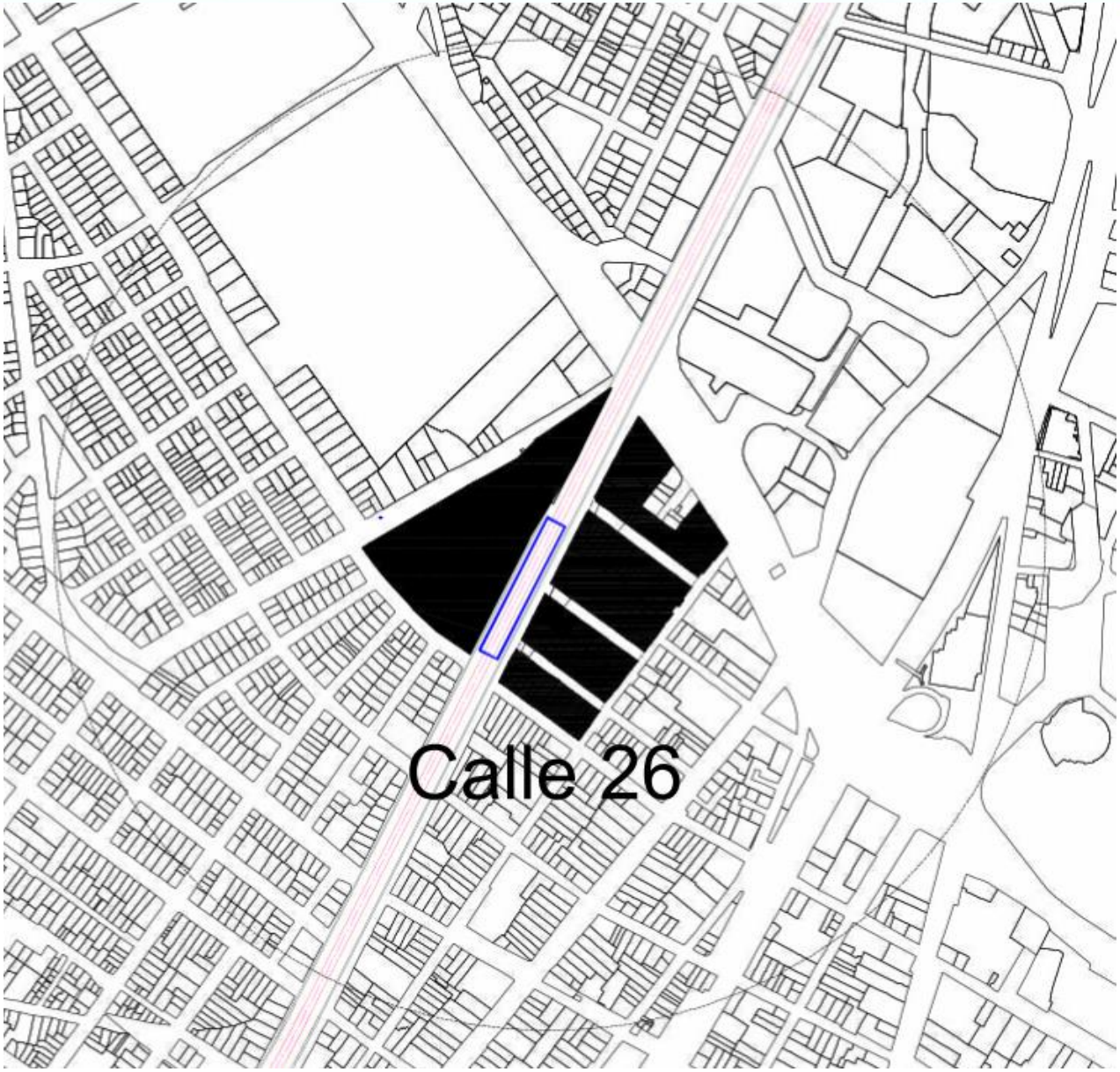
- Operación Ferroviaria
- Finca Raíz
- Consultoría y Proyectos Externos
- Otros

Operadores Ferroviarios Privados en Japón (2013)

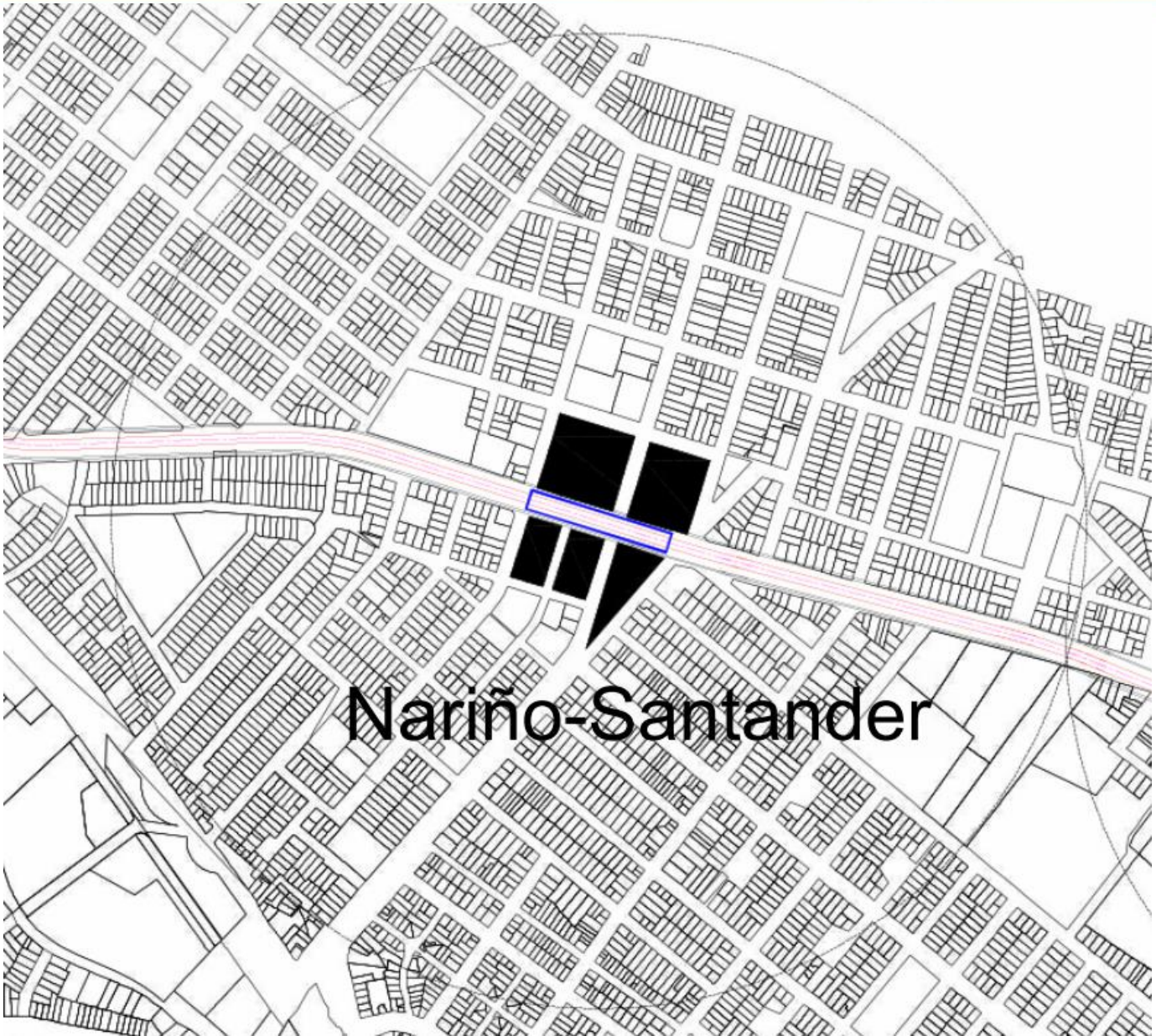


Fuente: **Susuki**, H., **Murakami** J. y otros,"Financing *Transit-Oriented developments with land values"*

PREDIOS PARA LAS ESTACIONES INTEGRALES
Estación Calle 26



PREDIOS PARA LAS ESTACIONES INTEGRALES
Estación Nariño - Santander



TIPOLOGÍA DE UNA ESTACIÓN INTEGRAL
Estación con Desarrollos Laterales

La propuesta conceptual de diseño de las estaciones responde a los siguientes objetivos:

- Situar sobre el viaducto solo los elementos o componentes necesarios para el adecuado funcionamiento de la estación, con el fin principal de reducir el peso, el volumen y el costo de cada estación.

- Para minimizar el efecto de la estación sobre espacio público, los elementos que no se localicen en el viaducto irán dentro de edificios adyacentes, construidos sobre suelo de origen privado y conectados con las plataformas de embarque través de pasarelas.

- Facilitar que la compra de tiquetes y el transporte vertical se produzca en un ambiente inmobiliario cubierto, seguro, con mayoría de elementos mecanizados y con oferta de servicios complementarios al usuario, tales como baños, enfermería y comercio en general.

- Cuando se trate de estaciones de intercambio con Transmilenio, se buscará privilegiar la comunicación directa.

7

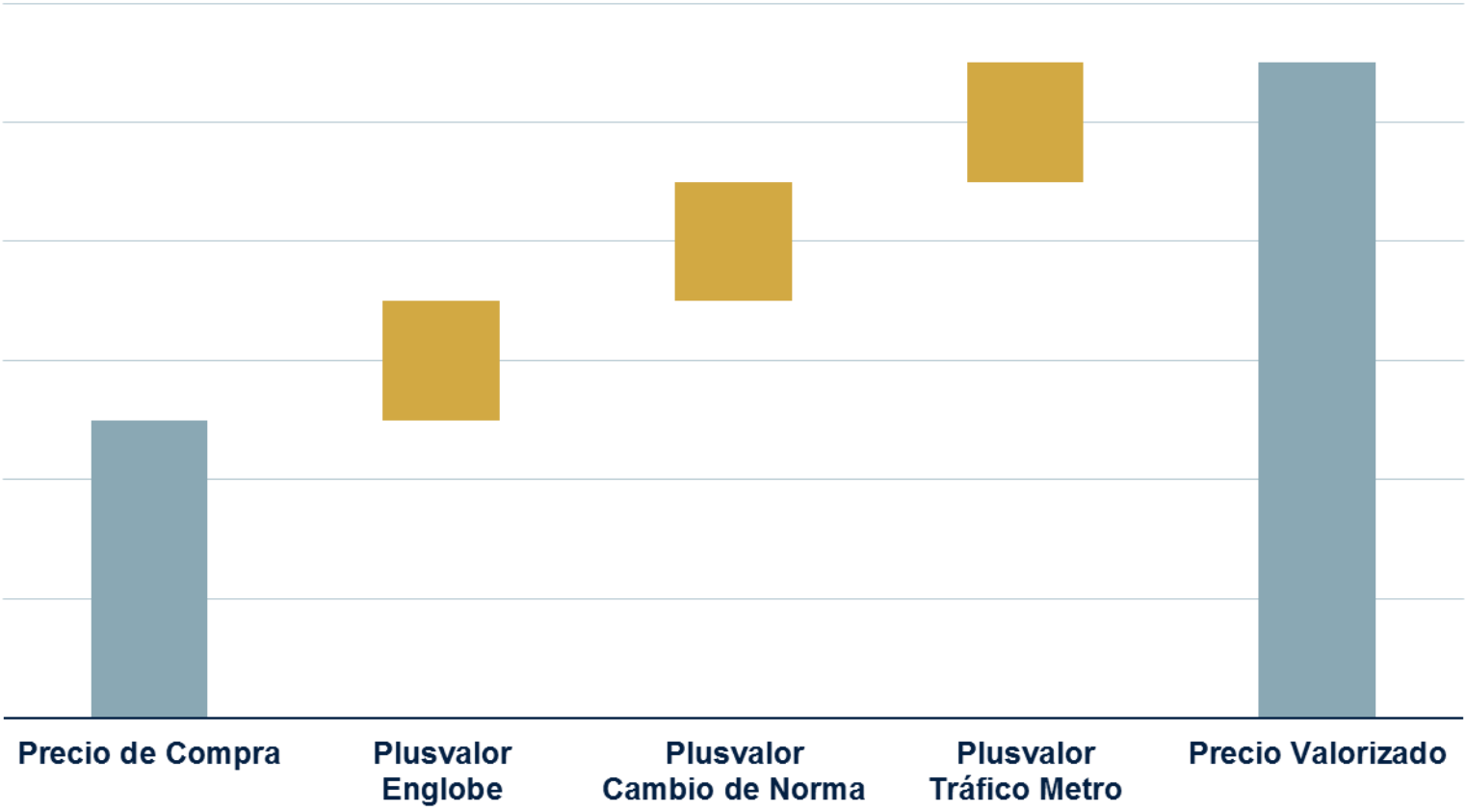
Estrategia de Captura de Valor

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

ESTRATEGIA DE CAPTURA DE VALOR
Introducción

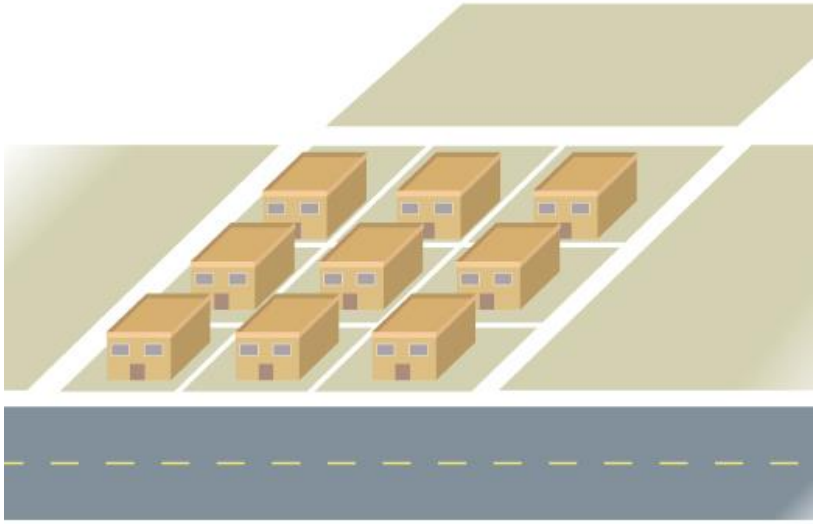
Hay tres eventos generadores de valor. Los dos primeros se generan en el corto plazo, antes de desarrollar las estaciones. El tercero se genera y se debe capturar a lo largo de la vida útil del sistema.



ESTRATEGIA DE CAPTURA DE VALOR
Primer Evento Generador: Englobe

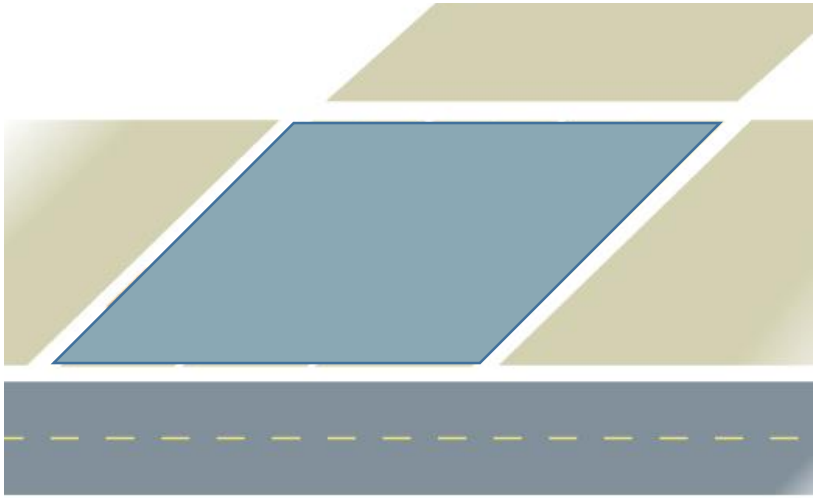
Descripción:

- Se seleccionaron manzanas con alto potencial de desarrollo
- Se contempla unir manzanas completas y restituir el espacio público (Acuerdo 642-2016)
- Evitar generación de culatas



Resultado:

- Plusvalor por la optimización de aislamientos, mejora en la geometría de los lotes y diferentes economías de escala



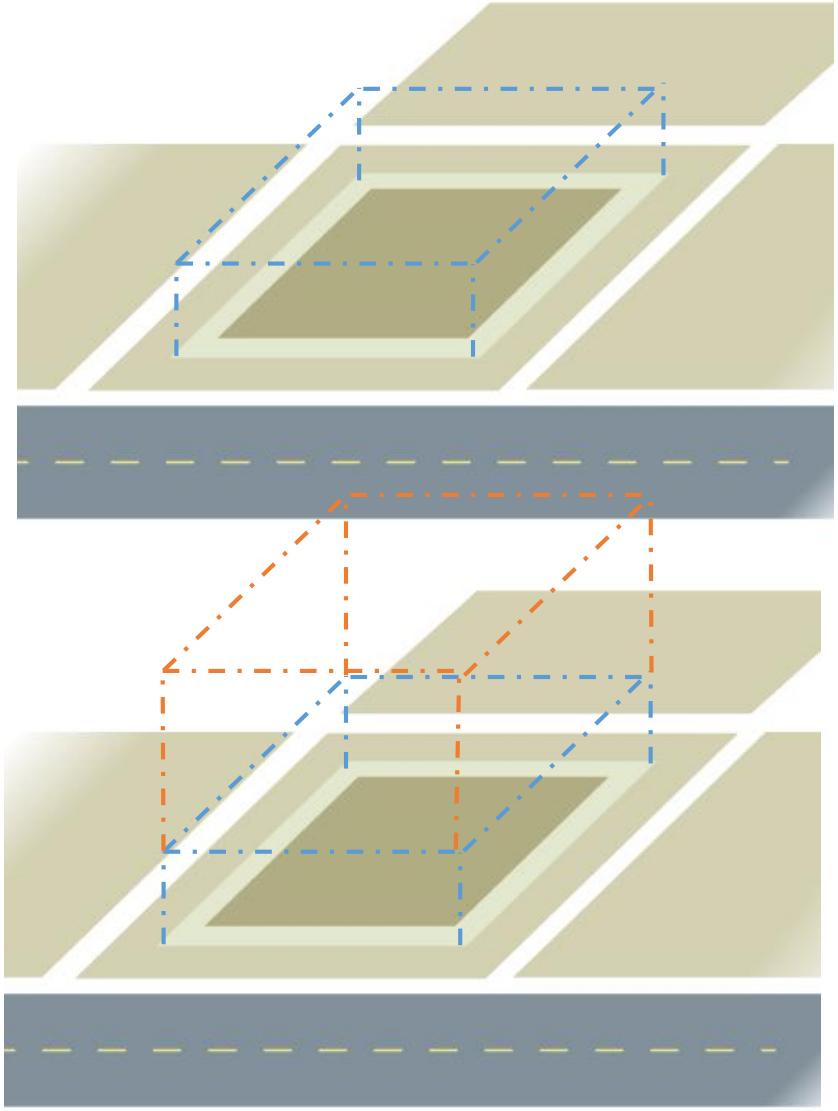
ESTRATEGIA DE CAPTURA DE VALOR
Segundo Evento Generador: Cambio de norma

Descripción:

- Usos mixtos del suelo
- Edificabilidad libre
- No requerimiento de parqueadero vehicular
- Gradualidad en el desarrollo
- Cargas urbanísticas y arquitectónicas

Resultado:

- Plusvalor por la maximización del potencial inmobiliario de la tierra



ESTRATEGIA DE CAPTURA DE VALOR
Tercer Evento Generador: Tráfico del Metro

Descripción:

- Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios que se benefician:
  - Del tráfico generado por el metro
  - De la mejora en la accesibilidad del sitio
  - De la dinámica de renovación urbana que típicamente se genera en torno a estaciones de un metro

Resultado:

- Plusvalor acumulado en el tiempo, soportado en el mayor atractivo inmobiliario de los predios y en las dinámicas urbanas que genera el metro

CIFRAS BÁSICAS DE LA ADQUISICIÓN PREDIAL
Captura de la Generación de Valor de la tierra

- Una vez se den los tres eventos generadores de valor descritos, la Empresa Metro aportaría dichos terrenos, valorizados, a un fideicomiso administrado por una Fiduciaria previamente seleccionada.

- Fiduciaria y Empresa Metro convocan y seleccionan promotores inmobiliarios interesados en invertir, operar y mantener el edificios de las estaciones

- El criterio principal de selección es el menor % de rentas cobrado al fideicomiso.

- Así la Empresa Metro asegura una fuente de recursos (participación en las rentas), que no sólo remunerará sus aportes sino que lo participará de los beneficios generados por las dinámicas de valorización de largo plazo que trae el metro, capturando valor por muchos años, y contribuyendo a la sostenibilidad del sistema

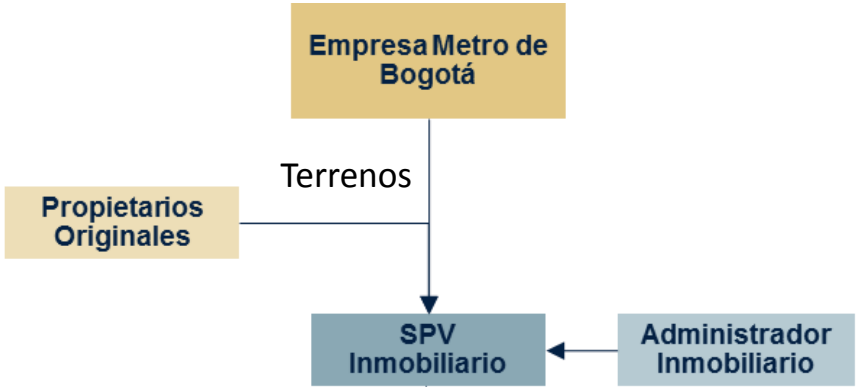
8

Modelo de Negocio

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS

MODELO DE NEGOCIO
Estructura para desarrollar las Estaciones Integrales

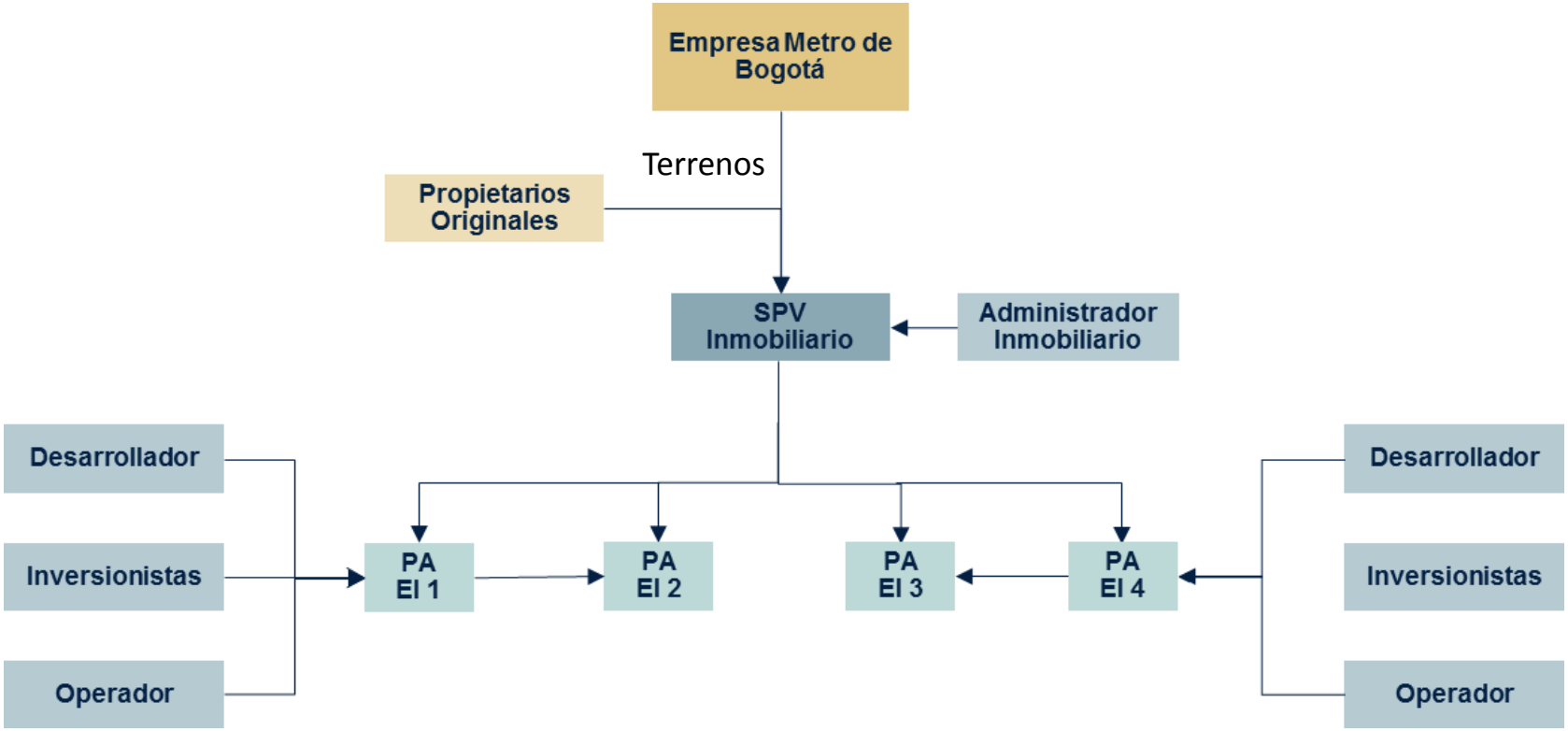


- Empresa Metro comprará o expropiará la tierra antes de que se presenten los eventos generadores de valor, y la aportará ya valorizada a un vehículo de propósito especial

- Se diseñarán mecanismos de participación incluyentes para los propietarios originales

- El vehículo que reciba la tierra tendrá una administración inmobiliaria profesional y será el ente gestor responsable de estructurar y gestionar los desarrollos en las Estaciones Integrales

MODELO DE NEGOCIO
Estructura para desarrollar las Estaciones Integrales



- Se invitarán desarrolladores, inversionistas y operadores a ofertar para asociarse, construir, promocionar y operar las estaciones con potencial inmobiliario

- Los privados ofertarán en procesos públicos y competitivos, y entregarán a Empresa Metro una porción de las rentas con un mínimo garantizado

MODELO DE NEGOCIO
Características del concurso

Derechos

- Obligaciones de Hacer y de Operar
- Entrega de un área funcional predefinida para el funcionamiento del Metro, entre otros:
  - Vestíbulos
  - Zonas de circulación
  - Transporte vertical
  - Cuartos técnicos y de servicios
  - Taquillas y zonas de validación
  - Accesos y pasarelas
- Generación de espacio público e integración con la ciudad
- Entrega a perpetuidad de un % de las rentas del desarrollo inmobiliario
- Construir una porción del área del desarrollo inmobiliario en un periodo de tiempo razonable
- Pagos en el tiempo asociados al índice de edificabilidad que no esté construido

Obligaciones

- Nueva norma, con alta edificabilidad, y mezcla de usos
- Explotación comercial
- Administración inmobiliaria
- Gradualidad en el desarrollo para ajustar el proyecto a la demanda
- Flexibilidad en la composición de la oferta

Objetivos de ciudad

- Previa definición de los objetivos de ciudad que deben estar presentes en las propuestas
- Calificación del componente arquitectónico y urbanístico de las propuestas por parte de un comité experto:
  - No necesariamente la mejor oferta económica gana

PROYECTO TAR
Traslado Anticipado de Redes

Item	Año	2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
	Semestre	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1.	LINEA DE METRO														
1.1	Analisis de alternativas y selección del trazado														
1.2	Ingenieria básica														
1.2.1	Licitación														
1.2.2	Desarrollo de la consultoría														
1.3	Construcción														
1.3.1	Adquisicíón predial														
1.3.2	Traslado anticipado de redes														
1.3.3	Licitación														
1.3.4	Diseño para construcción														
1.3.5	Ejecución de las obras civiles fase 1 (1)														
1.3.6	Ejecución de las obras civiles fase 2 (2)														
1.3.7	Instalación sistema ferroviario														
1.3.8	Recepción y ensayos														
2.	TRONCALES														
2.1	Carrera 7 hasta Calle 170														
2.1.1	Licitación y diseños														
2.1.2	Licitación y construcción tramo Cll 26-72														
2.1.3	Licitación y construcción tramo Cll 72-170														
2.2	Caracas de Calle 1 a Yomasa														
2.2.1	Licitación y diseños														
2.2.2	Licitación y construcción														
2.3	Avenida 68														
2.3.1	Licitación y diseños														
2.3.2	Licitación y construcción														
2.4	Avenida Boyacá														
2.4.1	Licitación y diseños														
2.4.2	Licitación y construcción														
2.5	Avenida Ciudad de Cali														
2.5.1	Licitación y diseños														
2.5.2	Licitación y construcción														

PROGRAMA TAR
Traslado Anticipado de Redes

OBJETIVO:

Mitigar el riesgo de Interrupción del Tren de Obra en la construcción del Viaducto, retirando/sustituyendo las redes matrices que interfieren.

PARTICIPAN:

1. Empresa de Acueducto de Bogotá – EAB
2. Codensa
3. Empresa de Teléfonos de Bogotá – ETB
4. Gas Natural
5. Tigo-UNE
6. Claro
7. Telefónica – Movistar
8. Direct TV
9. Lasus C&W
10. Internexa
11. Level 3
12. Ufinet
13. IFX Network
14. Avantel
15. Supernet
16. Fircon SAS
17. BT Latam Colombia
18. Columbus Network
19. Media Comerce

PASOS SIGUIENTES

- CONPES – APROBACION NUEVO PROYECTO (DNP)
- CONFIS – AVAL FISCAL VIGENCIAS FUTURAS (MHCP)
- COMPRA PREDIOS (IDU + MB)
- TAR
- ESTRUCTURACION TECNICA (FDN - EM)
- ESTRUCTURACION FINANCIERA Y LEGAL (FDN - EM)
- LICITACIONES DESARROLLO (EM)

GRACIAS