



Ciclo 1 – Módulo 2

ESTRATEGIAS PARA LA PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

TRANSMILENIO S.A.

Julio 2022



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Estrategias para la planeación del sistema de rutas de transporte público

Abordar los métodos, procedimientos y conocimientos que permiten i) diseñar una red de transporte público acorde a las necesidades de la demanda estimada, ii) transformar ese diseño en un Plan de Servicio de Operación viable y iii) realizar seguimiento, evaluación y proyecciones del servicio prestado y su costo asociado.

Lo anterior complementado con **retroalimentación del proceso de planificación que ha surtido el sistema de transporte de Bogotá** desde la visión estratégica y misional de la compañía y las lecciones aprendidas.

Brindar conocimiento a los profesionales del INTRANT y OMSA en temas de planificación de sistemas integrados de transporte público, para que sean aplicados en el sistema a implementar en República Dominicana

- Brindar herramientas que permitan **diseñar** un sistema integrado de transporte público de calidad.
- Abordar los **criterios necesarios para la construcción de las redes de transporte y su interacción con la demanda.**
- Proponer métodos y procedimientos para la obtención de los planes de servicio operacional.
- Identificar los principales **indicadores para el monitoreo y evaluación** del desempeño de un sistema de transporte público.
- Dar los lineamientos técnicos de planificación para las **proyecciones de oferta y demanda** que permitan estimar en diferentes escenarios las inversiones financieras (necesidad de recursos).

Edna del Pilar Rodríguez Alemán

Facilitadora y preparadora



Profesional especializado de estudios del sistema de transporte de la Subgerencia técnica y de servicios de TRANSMILENIO S.A.

Ingeniera civil, especialista en diseño de vías tránsito y transporte, Project Management Professional PMP®

21 años de experiencia en proyectos de tránsito y transporte.

- Consultoría en estudios de transporte en Centro y Suramérica.
- Asesora en tránsito y transporte para el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en Bogotá D.C.
- Trabajo en TRANSMILENIO S.A. desde el año 2013, he participado en la planeación, implementación y seguimiento del Sistema Integrado de Transporte Público.
 - Renegociación de los contratos zonales de la Fase III.
 - Estructuración de la licitación para la operación del TransMiCable.
 - Estructuración de la licitación e implementación
 - Renovación de la flota troncal de las fases I y II
 - Unidades Funcionales Etapas 1 y 3 (100% eléctrica) y Etapa 2 (todas las tecnologías)

Facilitador y preparador

Felipe Ortiz Rubiano

Subgerente Técnico y de Servicios de TRANSMILENIO S.A.

Ingeniero civil, Magister en Ingeniería con énfasis en Transporte y Logística

Ha dedicado 10 años de su vida a trabajar por los sistemas integrados de transporte público, en su planeación, operación y análisis, liderando proyectos de incorporación de flota nueva, incluidos buses eléctricos y su infraestructura asociada, revisión e implementación de diseños operacionales, optimización del uso de recursos, desarrollo de metodologías y herramientas de análisis y diseño de servicios y generación de indicadores de seguimiento de los mismos.



- consultor para Buses Metropolitana S.A., operador de Transantiago en Santiago de Chile.
- 7 años en Metro Cali S.A.
- 2 años en TRANSMILENIO S.A.

Preparador

Diego Mauricio Avendaño Prieto

Ingeniero civil, especialista en Diseño Vial Urbano, Tránsito y Transporte.

Profesional Especializado de Planificación de Transporte de la Subgerencia técnica y de servicios de TRANSMILENIO S.A.

17 años de experiencia en proyectos de tránsito y transporte.

- Consultor en estudios de transporte Urbano de pasajeros en diferentes proyectos a nivel nacional.
- Vinculado laboralmente a TRANSMILENIO S.A. desde el año 2013, he participado en la planeación, implementación y seguimiento del Sistema Integrado de Transporte Público.



Preparador

Nicolás Ernesto Cortés Malagón

Profesional especializado de estudios del sistema de transporte de la Subgerencia técnica y de servicios de TRANSMILENIO S.A.

Ingeniero civil, Magister en Ingeniería Matemática, especialista en finanzas, posgrado en planificación urbana y territorial

17 años de experiencia en proyectos de tránsito y transporte.

- Consultoría en estudios de transporte en Centro y Suramérica.
- Vinculado laboralmente a TRANSMILENIO S.A. desde el año 2013, he participado en la planeación, implementación y seguimiento del Sistema Integrado de Transporte Público.
 - Experto en modelación de transporte
 - Implementación y puesta en marcha de proyectos de infraestructura asociados al componente BRT del sistema
 - Estudios de prefactibilidad en estructuración de la licitación e implementación Unidades Funcionales Operativas





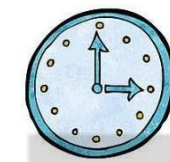
¿OTRO EQUIPO?

JORNADA 1

Jueves 7 de julio de 2022



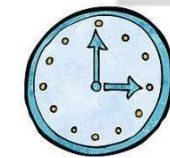
Insumos para planificación de sistemas de transporte público



3 h



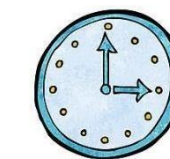
Modelación de demanda y redes de transporte



3 h



Criteria y dimensionamiento para diseños de servicios
Parte 1



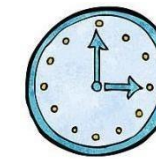
2,5 h

JORNADA 2

Viernes 8 de julio de 2022



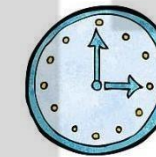
Criteria y dimensionamiento para diseños de servicios
Parte 2



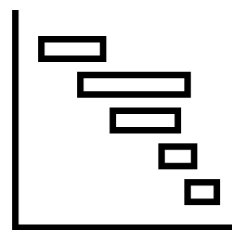
1,5 h



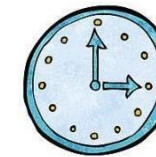
Insumos para elaboración de Plan de Servicios
Operacionales



3 h



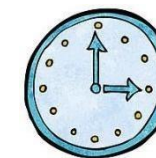
Indicadores y soporte técnico para proyecciones de
inversiones del sistema



3 h



Cierre del módulo



1 h

Para cada tema, tendremos:





INSUMOS PARA PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

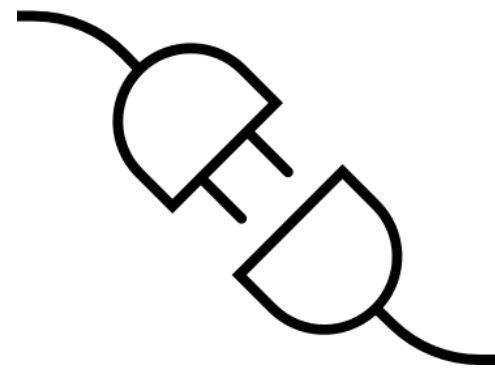


ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

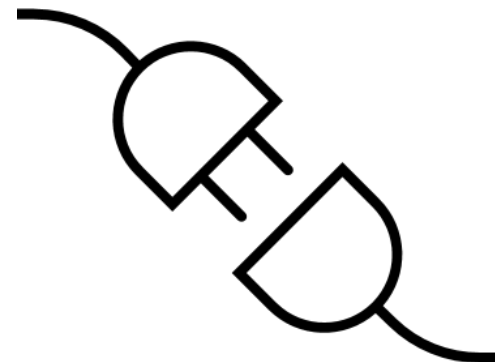
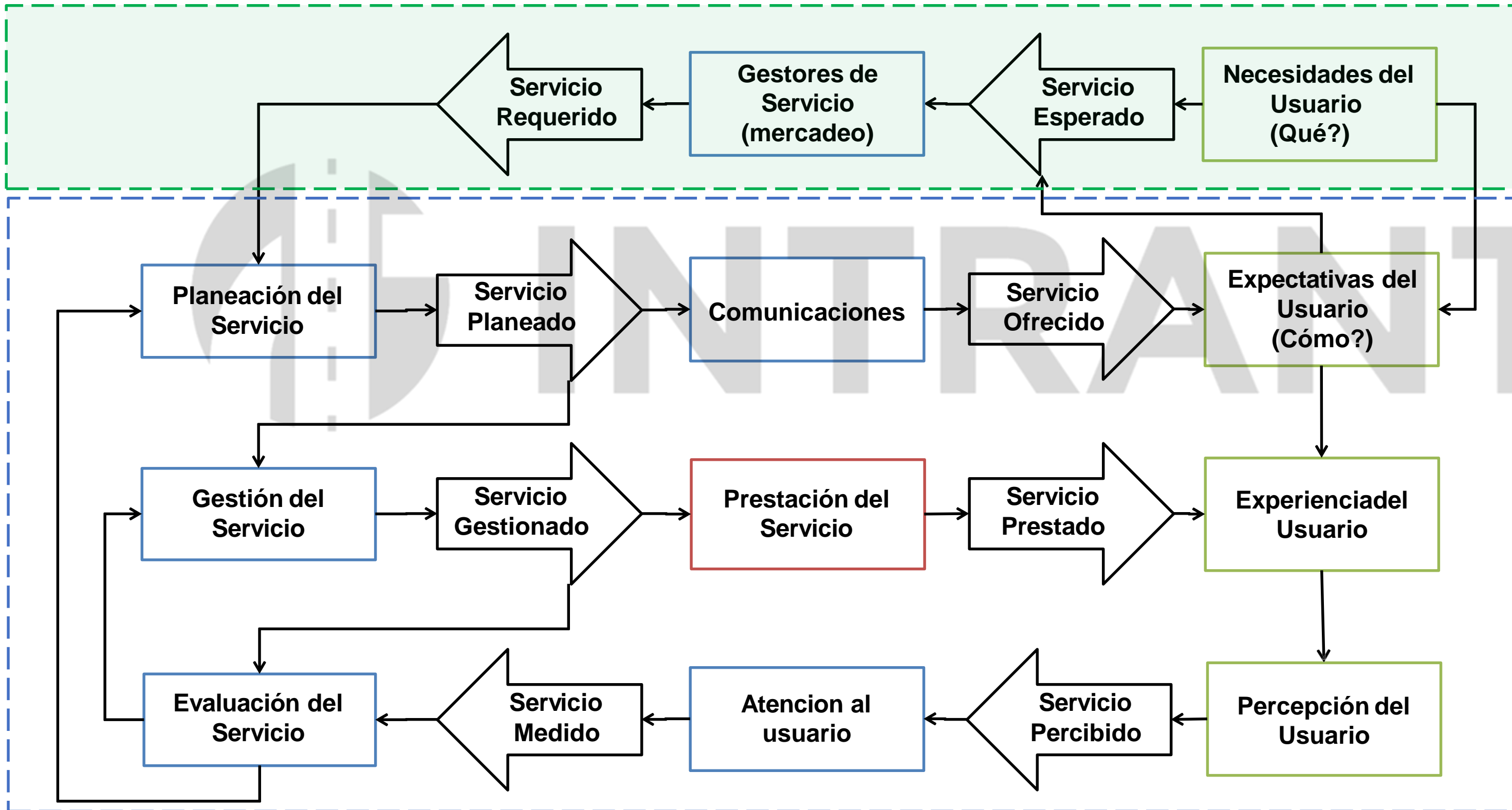


En este tema responderemos:

¿Qué requerimos para poder iniciar la planificación de un Sistema de Transporte Público?
¿Por dónde empezamos?



Estructura organizativa para la planificación del servicio

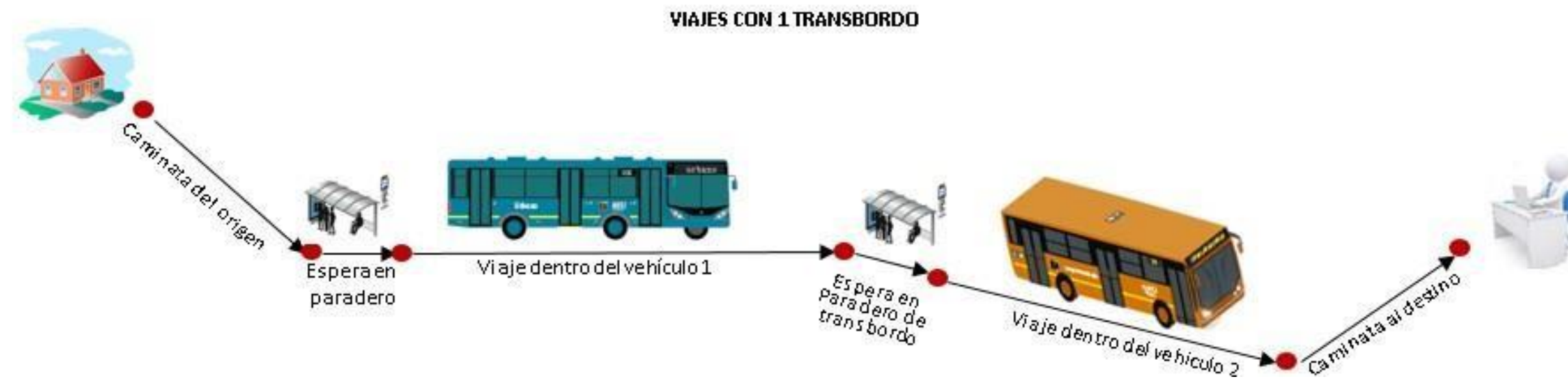




1. Procesos y Metodologías para la determinación de la línea base

Condiciones de demanda: Cantidad de viajes, Matriz Origen – Destino de viajes

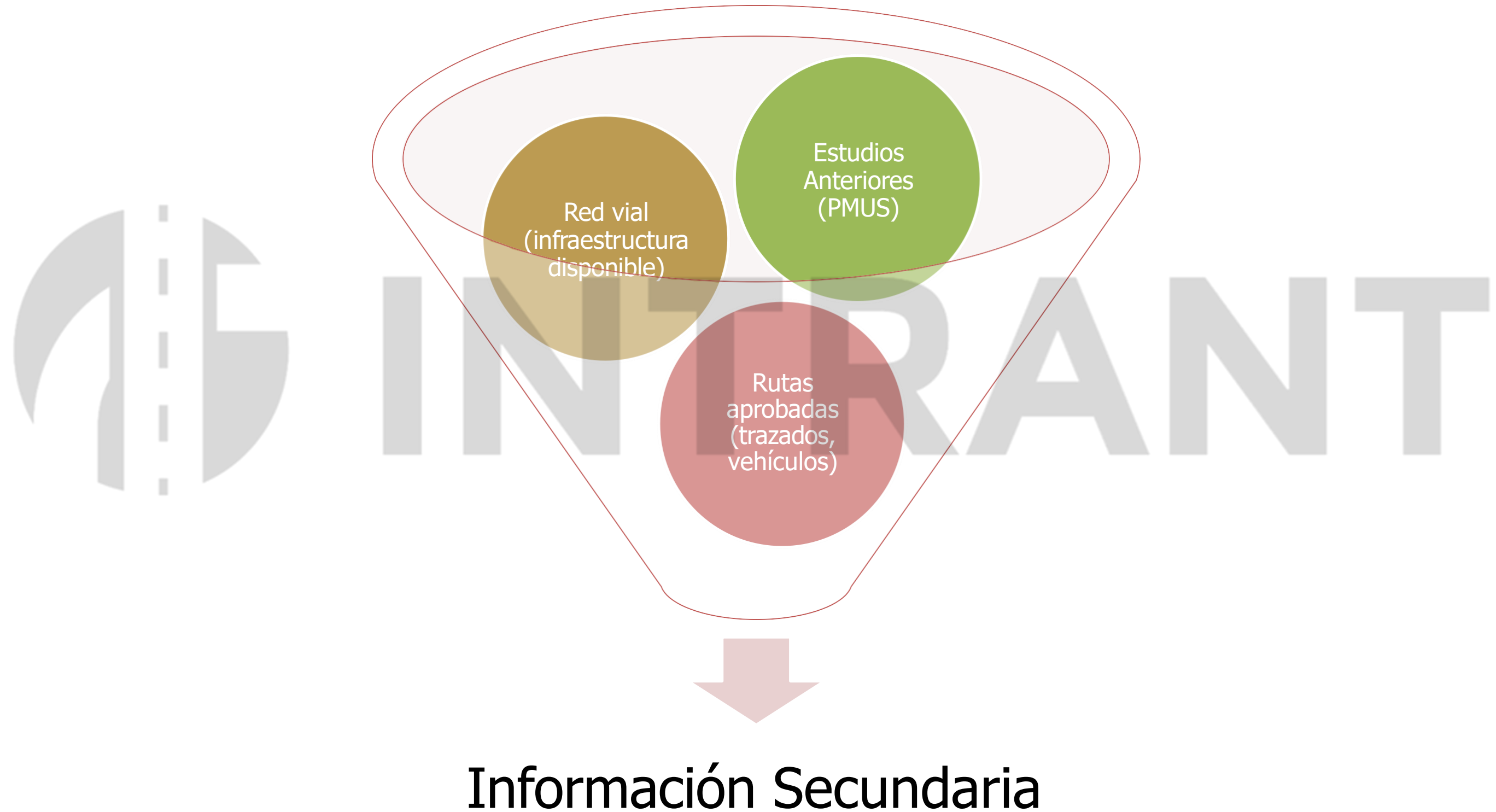
Condiciones de oferta: Infraestructura y modos de transporte disponibles



1. Procesos y Metodologías para la determinación de la línea base



2. Información Secundaria



3. Información Primaria

Transporte

- Verificación de trazado de rutas
- Estudio de cierres de circuitos
- Tiempos de recorrido (velocidad) y demoras del transporte público
- Frecuencia de paso y ocupación visual
- Ascenso – descenso
- Encuesta de origen destino (domiciliarias, a bordo, en cordón)
- Preferencias Declaradas

Tránsito

- Aforos vehiculares por modo de transporte
- Ocupación Vehicular
- Velocidad transporte

4. Entendimiento de la zona de influencia y caracterización socioeconómica

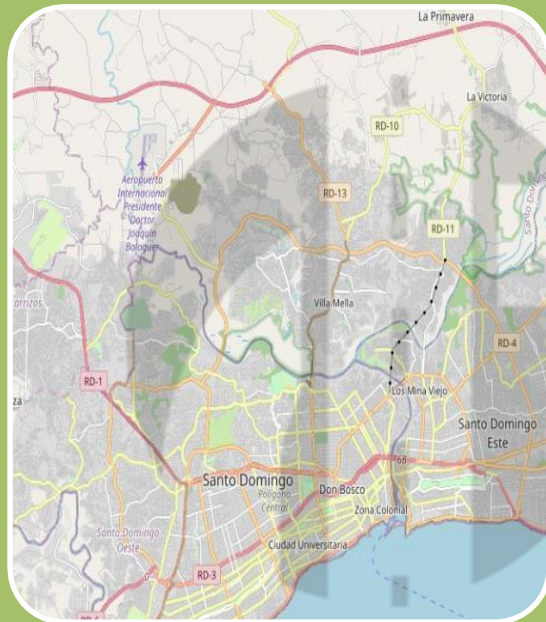
Identificar variables de movilidad y accesibilidad de su población

- Tiempo de viaje
- Costos de viaje
- Cobertura de transporte
- Congestión
- Estructura organizacional (prestadores del servicio)
- Interacción urbano - regional
- Límites naturales

4. Entendimiento de la zona de influencia y caracterización socioeconómica

Caracterización Socioeconómica

Ciudad



- Población y proyecciones demográficas
- Usos del suelo
- Zonas atractoras
- Estratos socioeconómicos
- Actividades económicas

Usuarios



- Edad
- Genero
- Estrato Socioeconómico
- Actividad económica
- Rango de ingresos
- Discapacidades
- Acceso a vehículo privado



5. Definición y caracterización de la oferta

Infraestructura

- Caracterización vial (tipos de vías, ancho de carril, estado de las vías, sentidos, pendientes, radios de giro)
- Semaforización y señalización
- Mobiliario Urbano (andenes, paraderos)

Servicios de transporte

- Modos de transporte disponibles
- Rutas de transporte público autorizadas (cobertura, longitud, itinerarios, horarios)
- Tipos de vehículos (tamaño, capacidad, edad, estado)
- Tecnología vehicular
- Organización y tipo de empresas operadoras

6. Definición de la demanda



7. Proyección de la demanda

Crecimiento de variables sociodemográficas y económicas:

- Crecimiento histórico del PIB
- Crecimiento histórico de la población
- Crecimiento histórico del empleo

Escenarios de crecimiento espacial de la ciudad

- Usos del suelo actuales y futuros
- Proyectos urbanísticos aprobados
- Densidad de población por zona



MODELACIÓN DE DEMANDA Y REDES DE TRANSPORTE

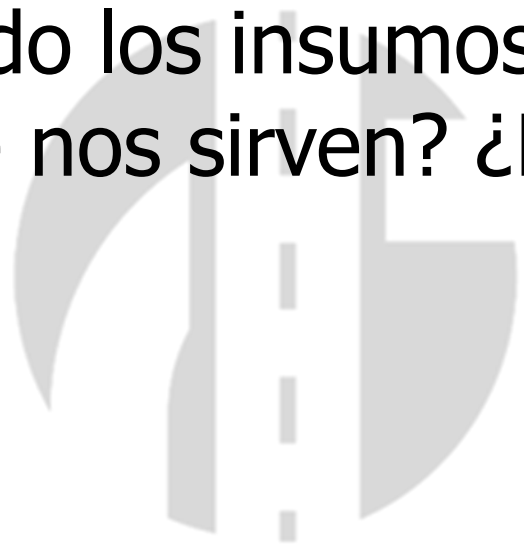


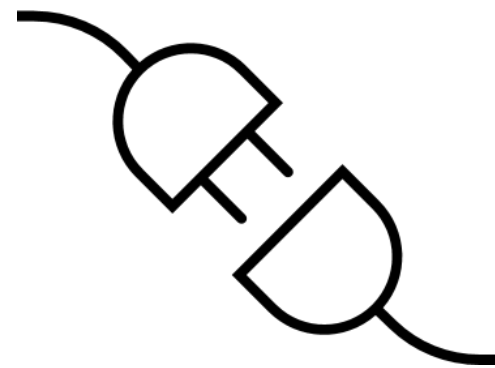
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



En este tema responderemos:

Ya teniendo los insumos descritos en el tema anterior, ¿Qué hacemos con ellos?
¿Para qué nos sirven? ¿Dónde y cuándo los usamos?

 INTRANT



Un modelo de transporte es una representación de un sistema cuyo fin es estudiarlo analizando sus componentes e interacción entre sus variables para conseguir un objetivo.

A partir de los modelos de transporte se pueden hacer estimaciones de los resultados probables más rápidamente con menores costos y riesgos

Para que sirve ?

- Describir el comportamiento del sistema
- Dar una explicación al comportamiento
- Permitir predecir el comportamiento futuro
- Prever el rendimiento de un sistema de transporte

Para que no sirve ?

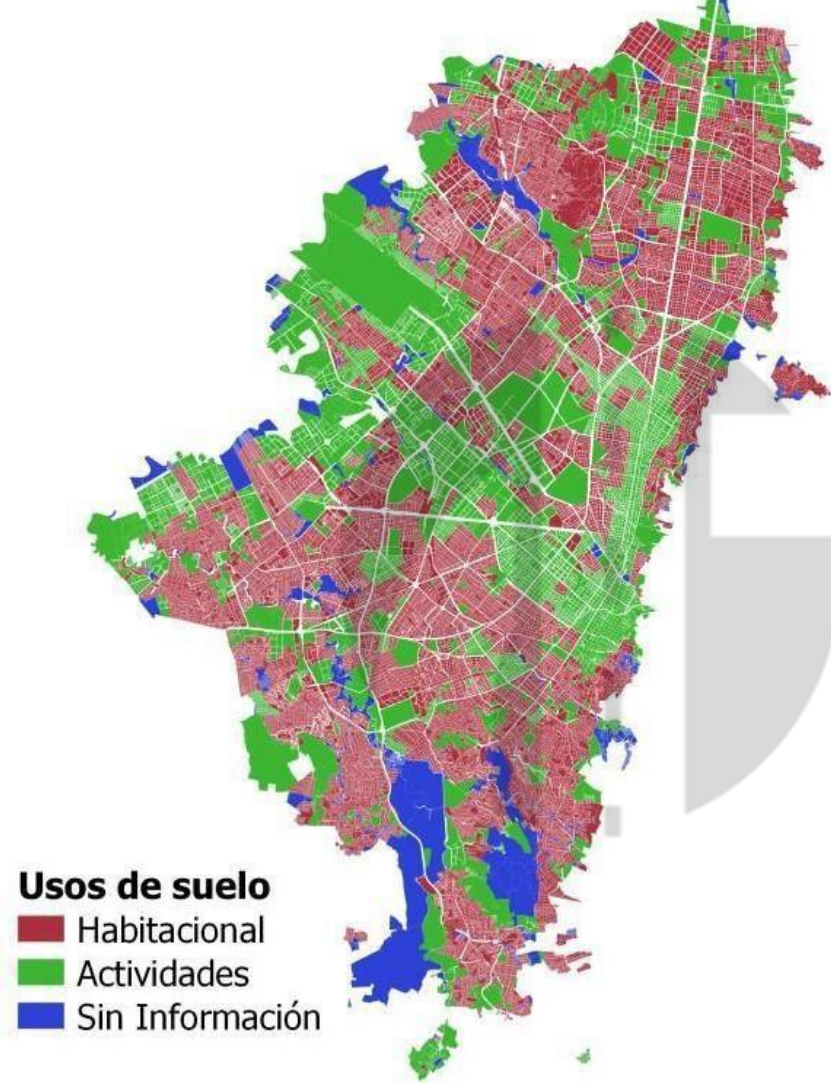
- No es un medio que por si mismo optimice
- No encuentra una solución a un problema
 - . No es para tomar decisiones de un alto nivel de detalle
- Para todas las etapas de la planificación

Zonas de Análisis de Transporte ZAT

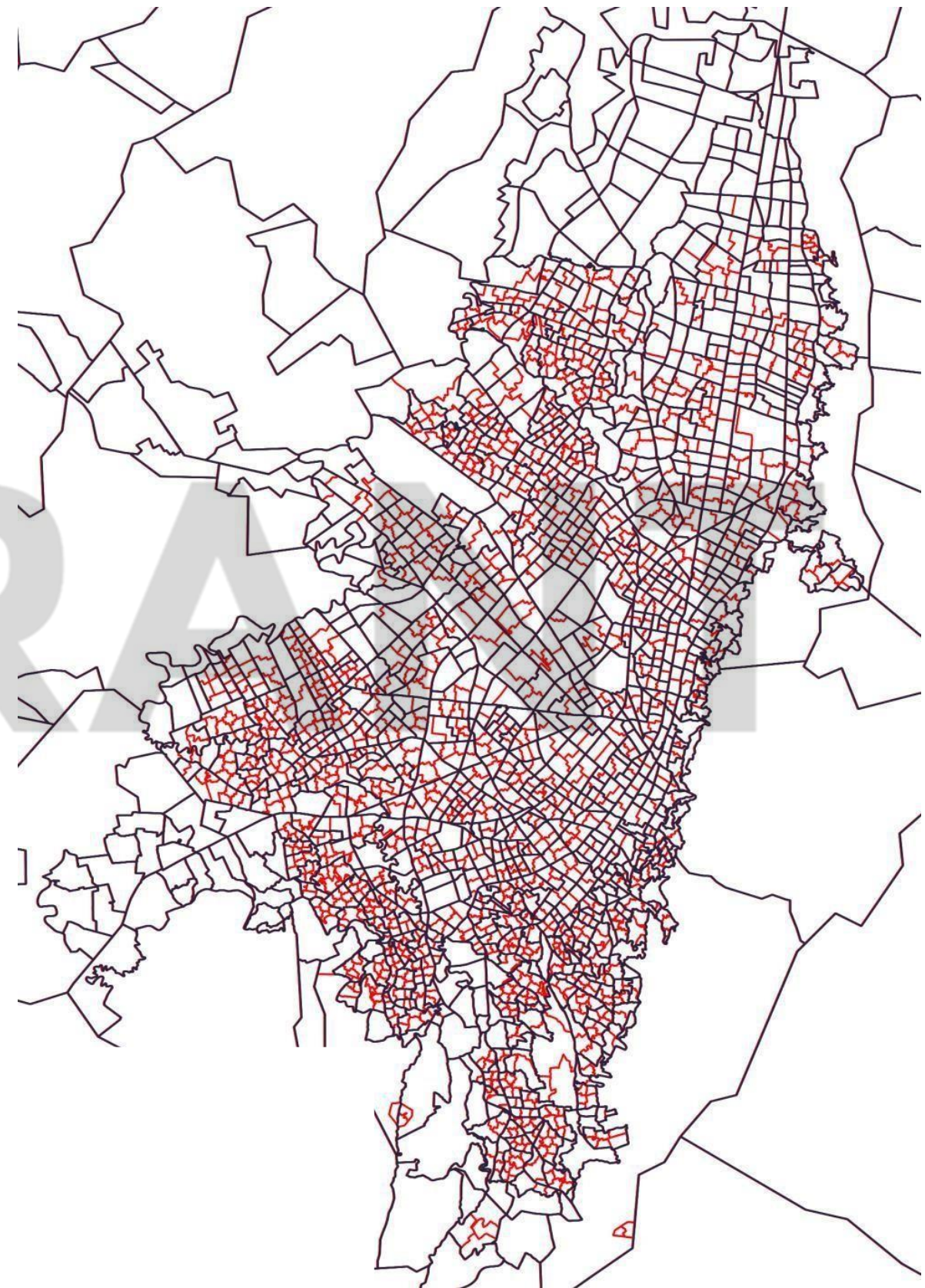
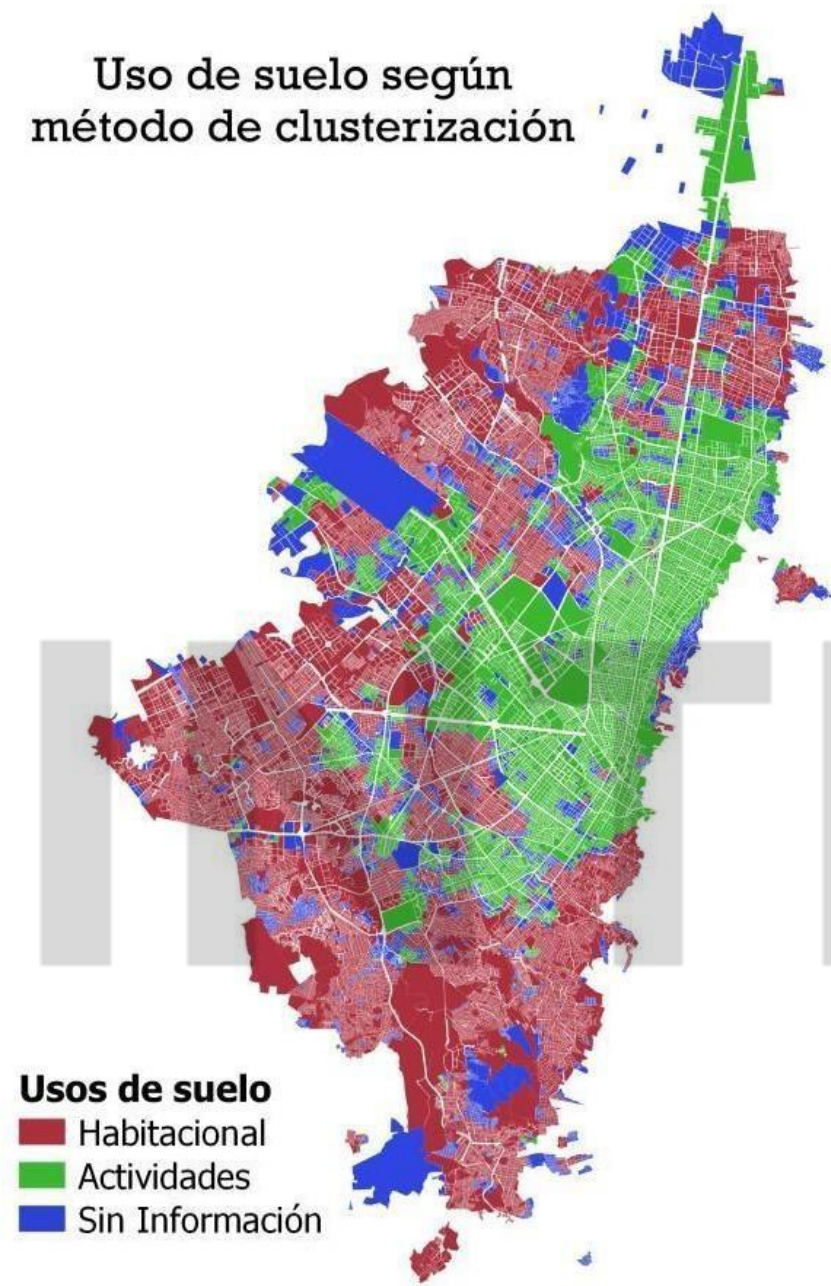
Unidades básicas y homogéneas de recopilación y análisis de datos para el desarrollo de los modelos de planeación del transporte y representación de la **demanda** de transporte

- Usos del suelo
- Número de viviendas
- Población
- Red vial
- Medios y modos de transporte disponibles
- Límites geográficos
- Características topográficas
- Compatibilidad con otras agregaciones (Zonas Censales: Sector, Sección, Manzana)

Uso de suelo según información geográfica disponible



Uso de suelo según método de clusterización

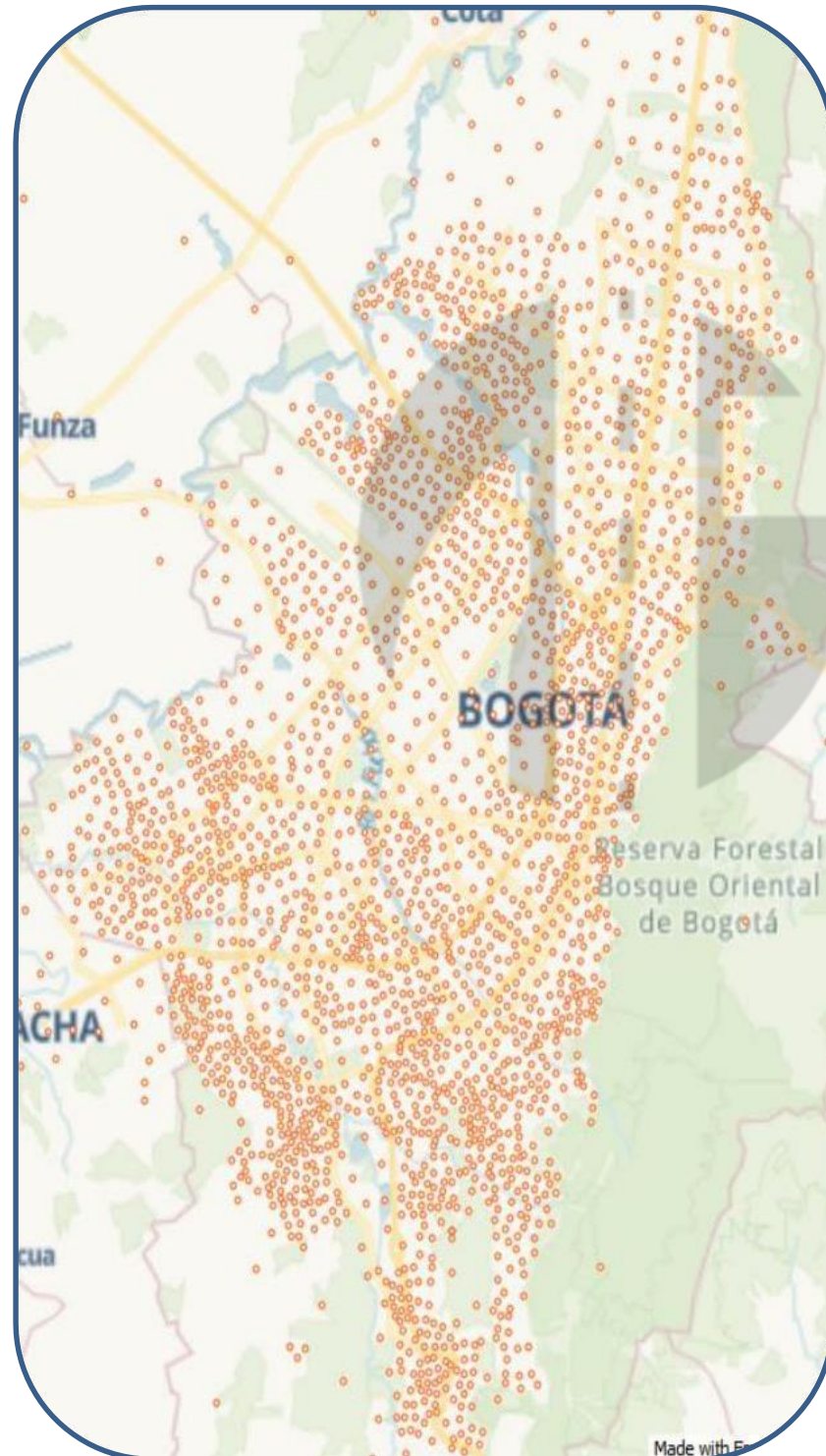


Redes Transporte

Representación de la **oferta** de transporte

- Red vial
 - Vías (sentidos, capacidad)
 - Intersecciones
 - Semáforos
 - Centroides y conectores
- Rutas de transporte (trazados, intervalos, tipo vehículo)
 - Paraderos
- Costos y tarifas
- Funciones (flujo – demora, penalización de giros y transbordos)

CENTROIDES



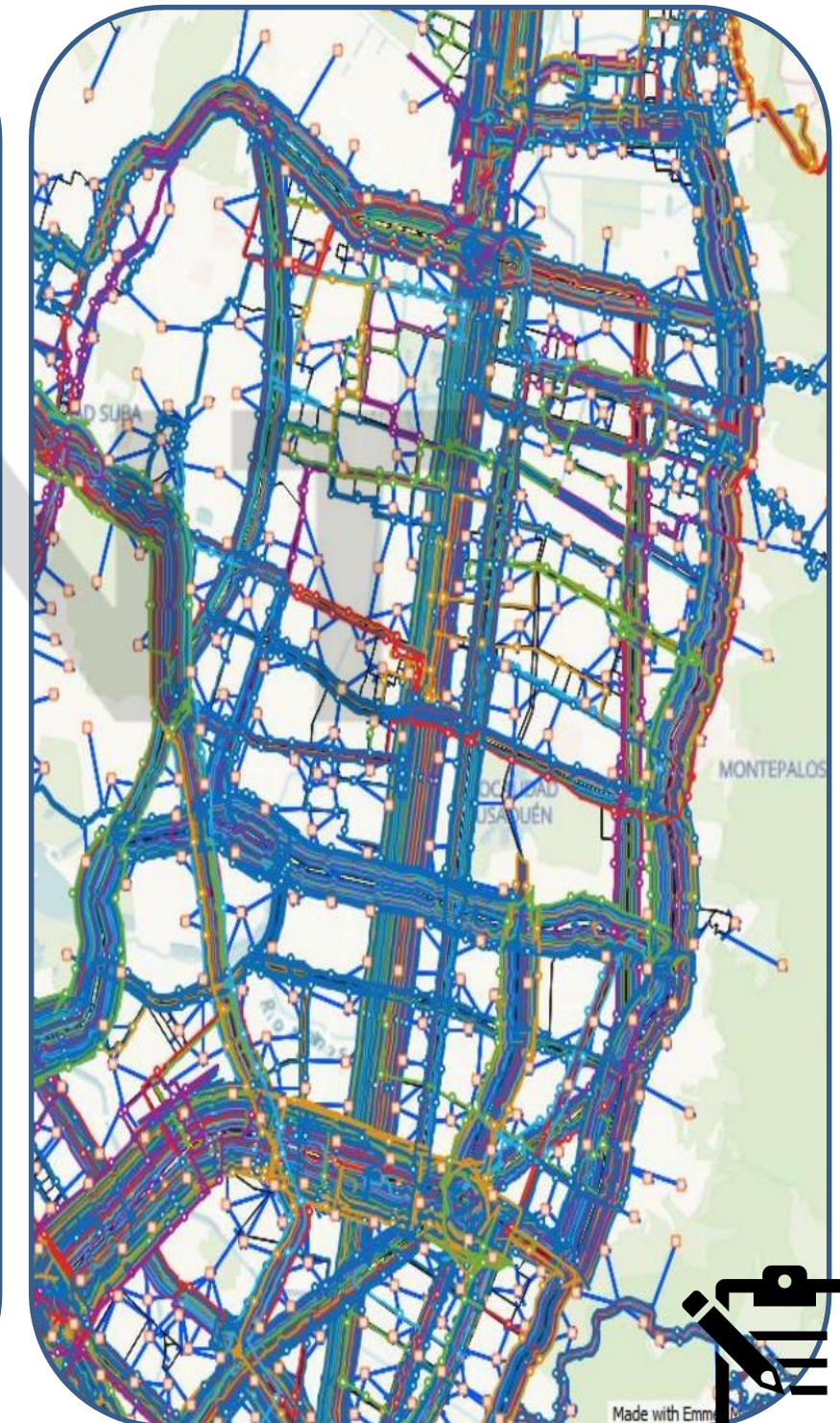
RED VIAL



CONECTORES



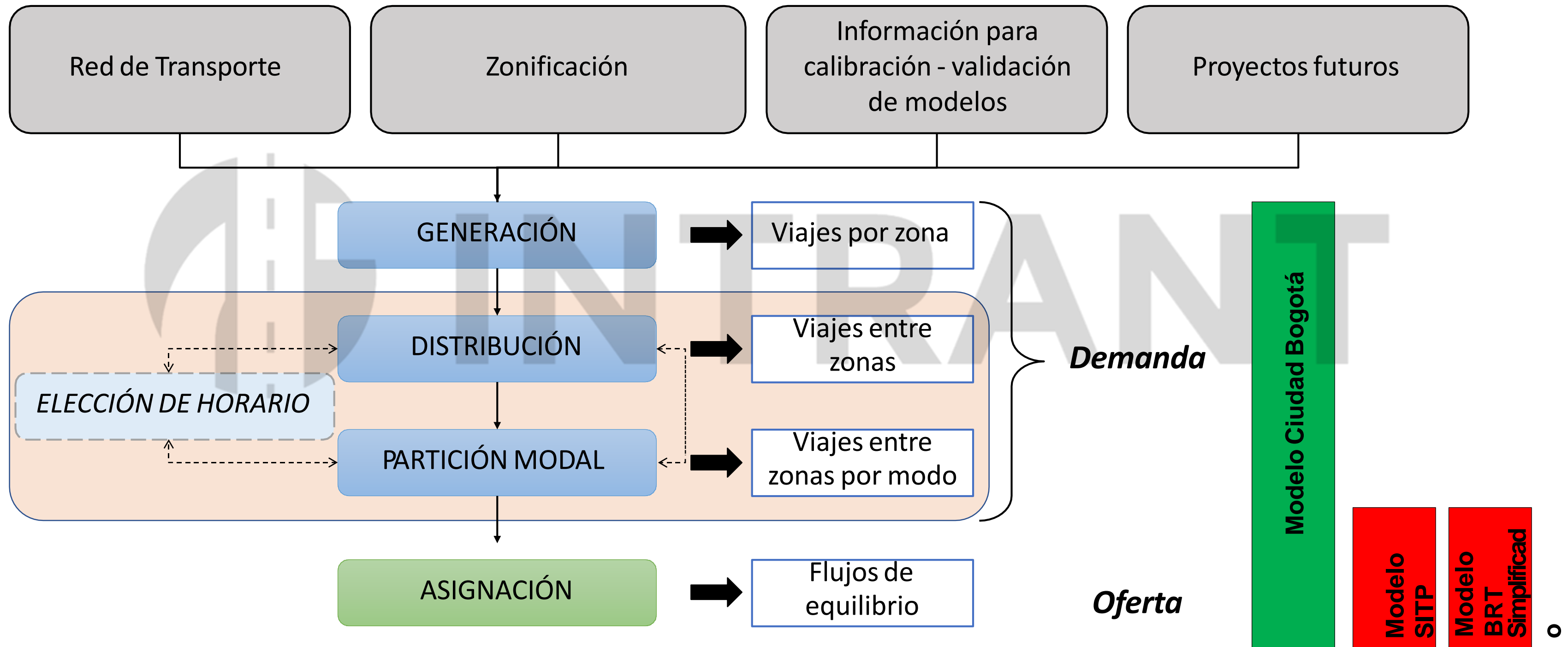
RED TRANSPORTE



Haga clic para
agregar texto



Niveles de modelación



- 4 PASOS
- 1020 ZAT
- MODOS MOTORIZADOS
- SIN RESTRICCIÓN DE CAPACIDAD
- ESTRATÉGICO DE MEDIANO Y LARGO PLAZO

- ASIGNACIÓN
- 2550 ZAT
- T.PÚBLICO
- CON/SIN RESTRICCIÓN DE CAPACIDAD
- ESTRATÉGICO DE CORTO Y MEDIANO PLAZO

- ASIGNACIÓN
- ESTACIONES Y PORTALES
- T.PÚBLICO
- SIN RESTRICCIÓN DE CAPACIDAD
- DE CORTO PLAZO



MODELO CIUDAD BOGOTÁ



MODELO SITP



MODELO BRT SIMPLIFICADO

USOS MODELO CIUDAD

Estimación del perfil de carga por corredor

Evaluación de escenarios de nuevos modos, servicios y esquemas operacionales

Definición de puntos de intercambio modal

Evaluación de impactos de escenarios de infraestructura

Proyección de futuros desarrollos urbanos

USOS MODELO GESTOR

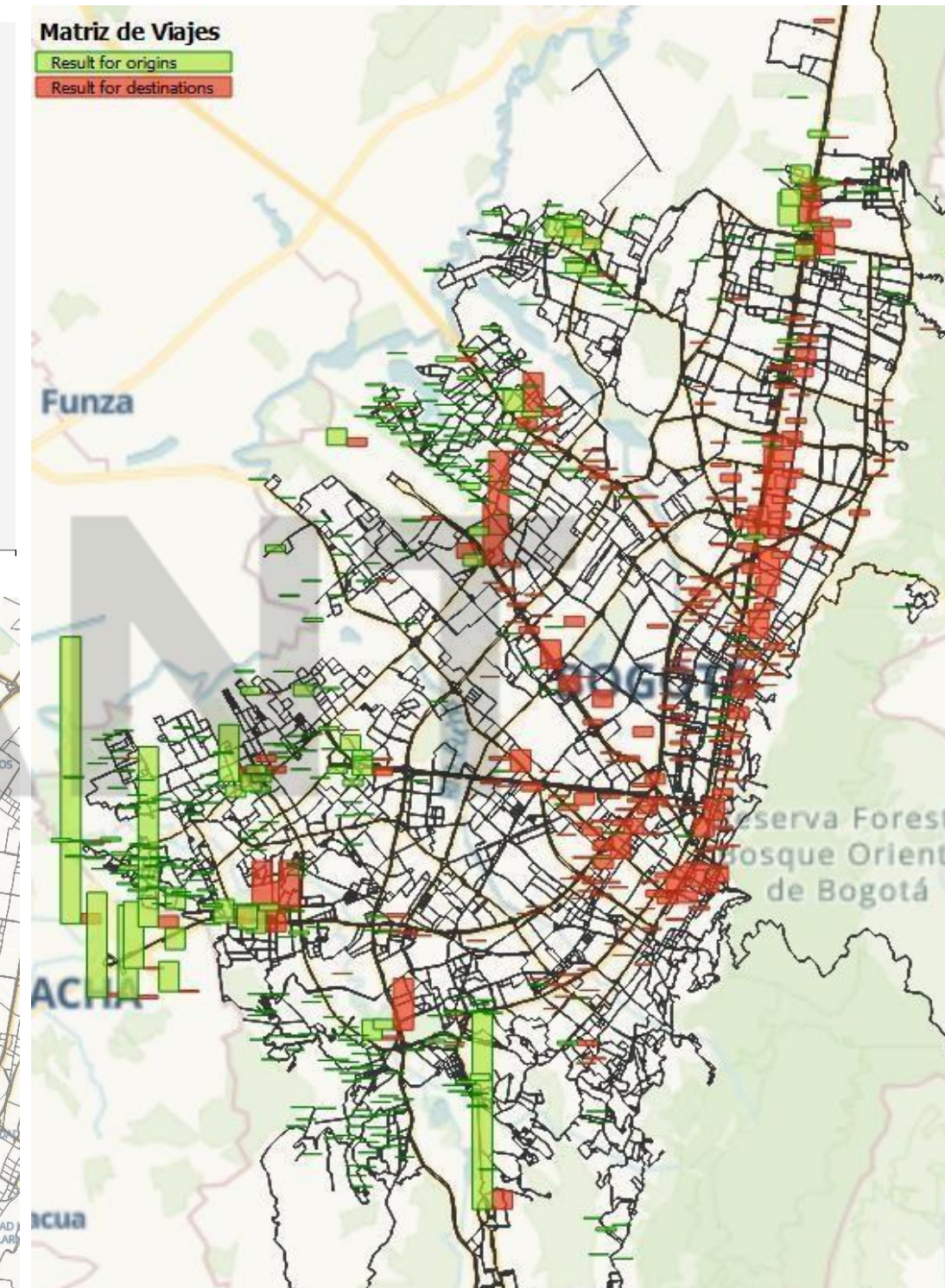
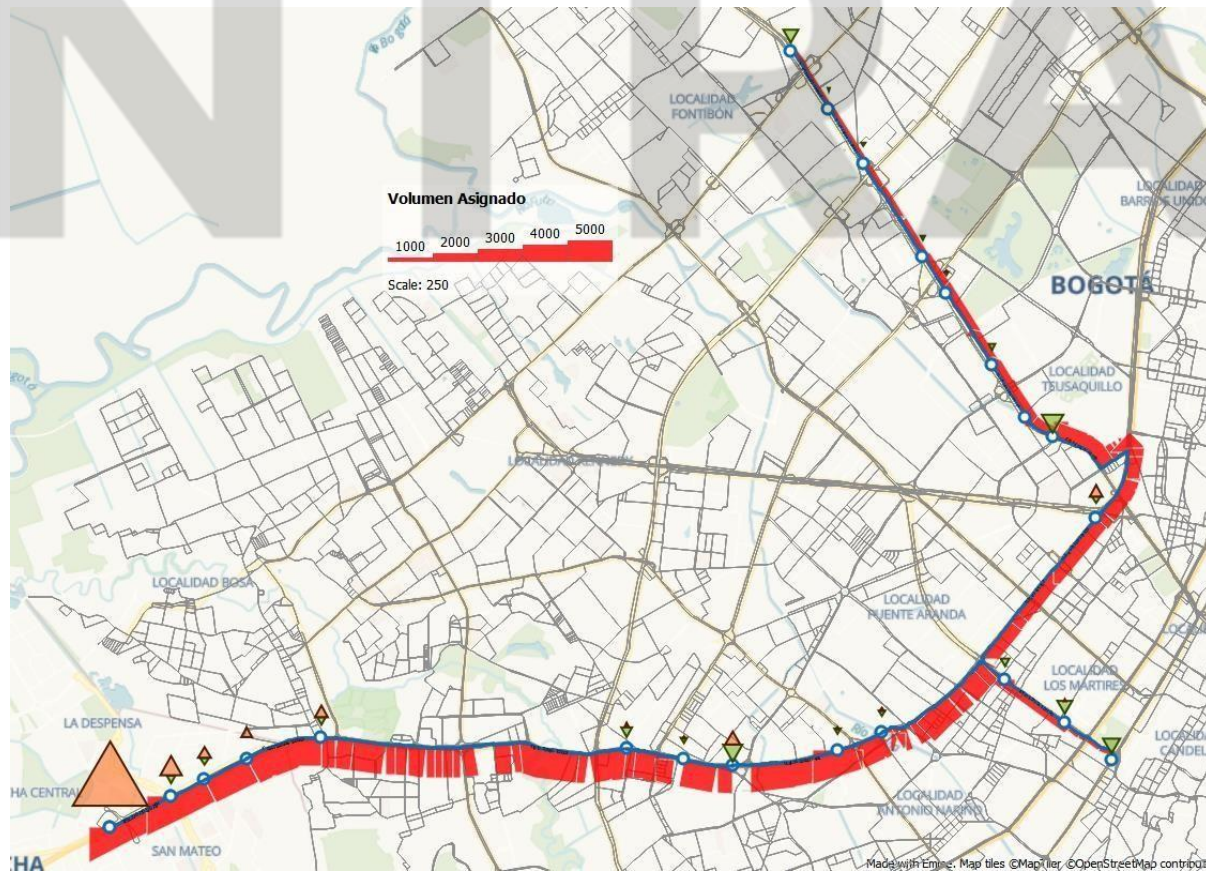
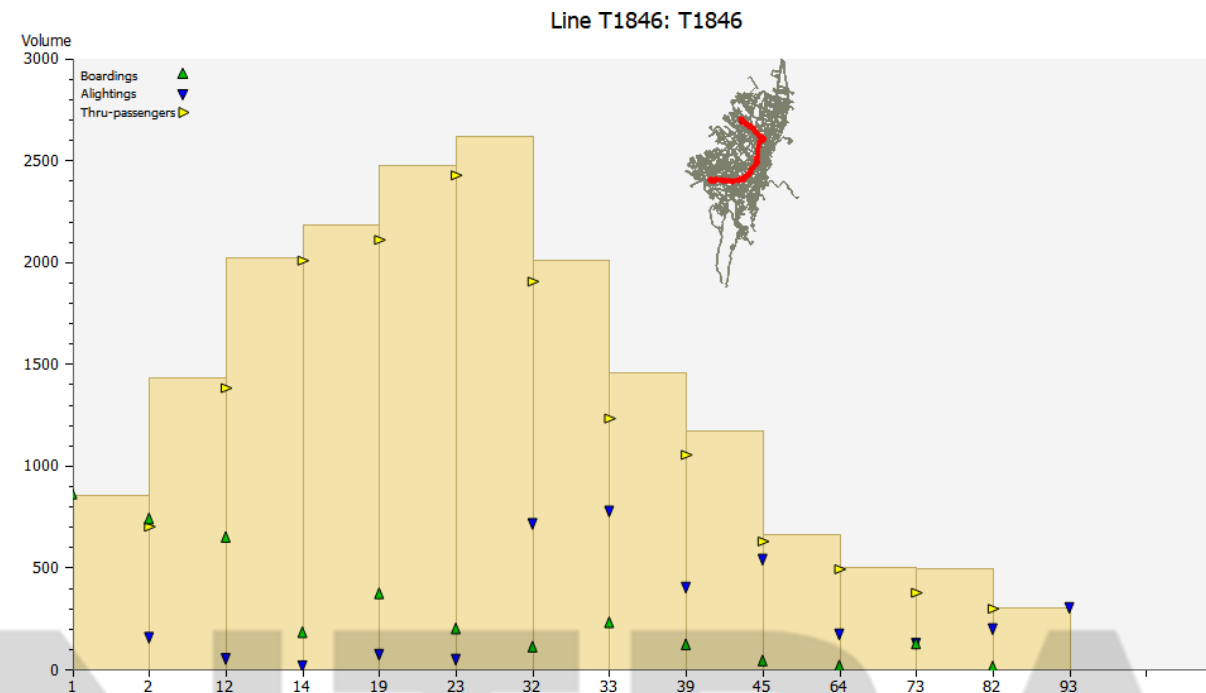
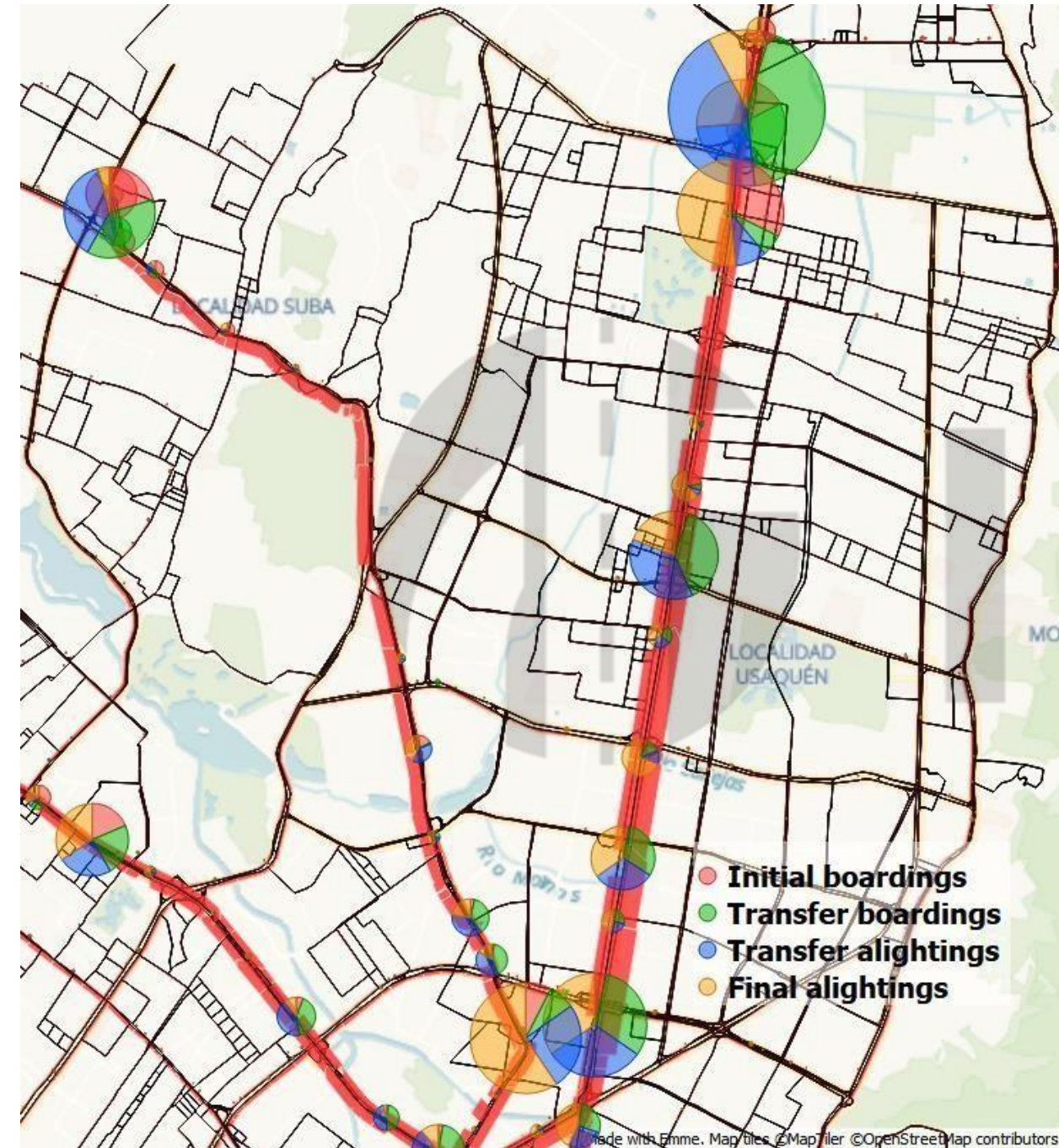
Estimación del perfil de carga por corredor y ruta

Predimensionamiento de rutas y servicios

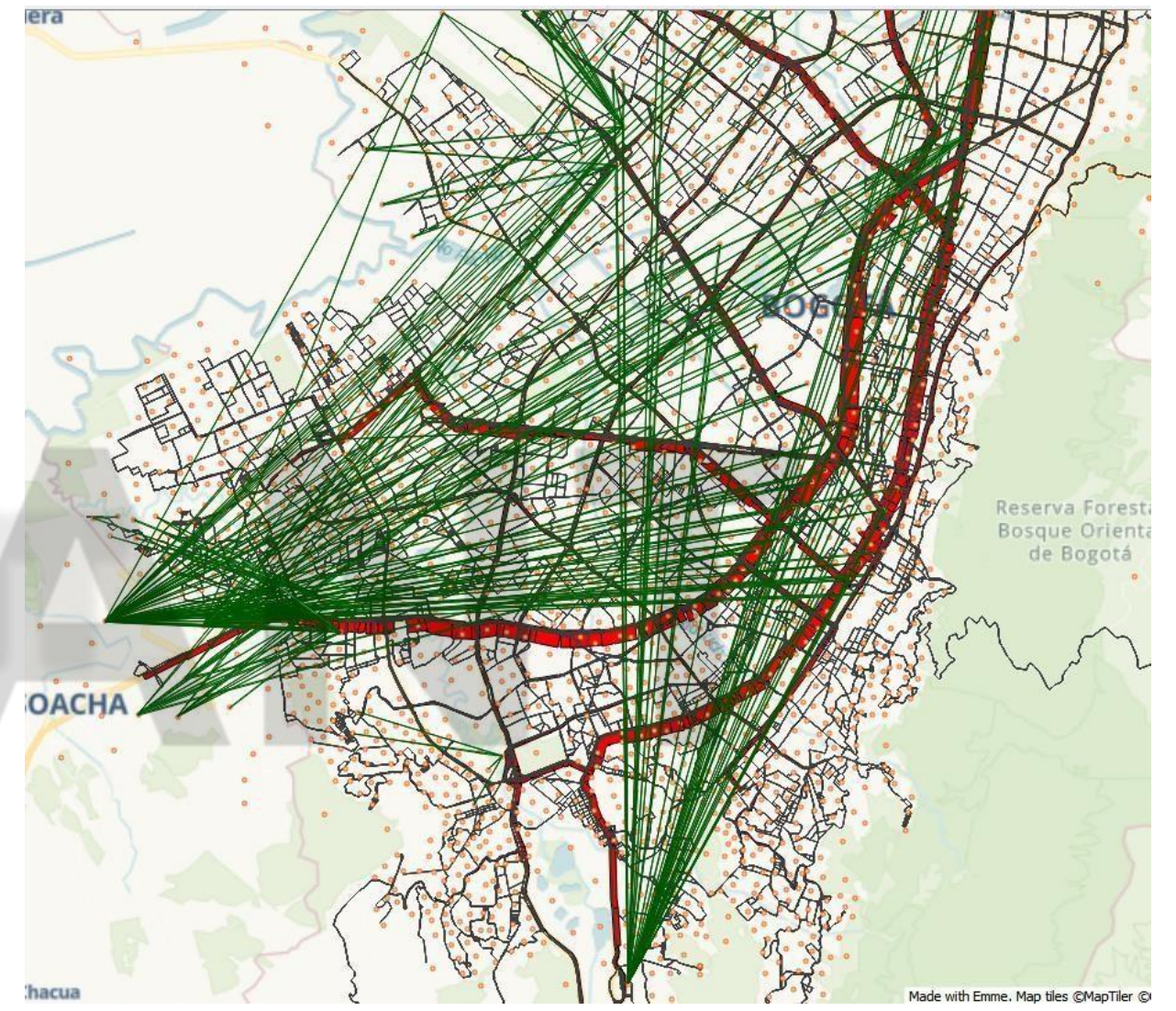
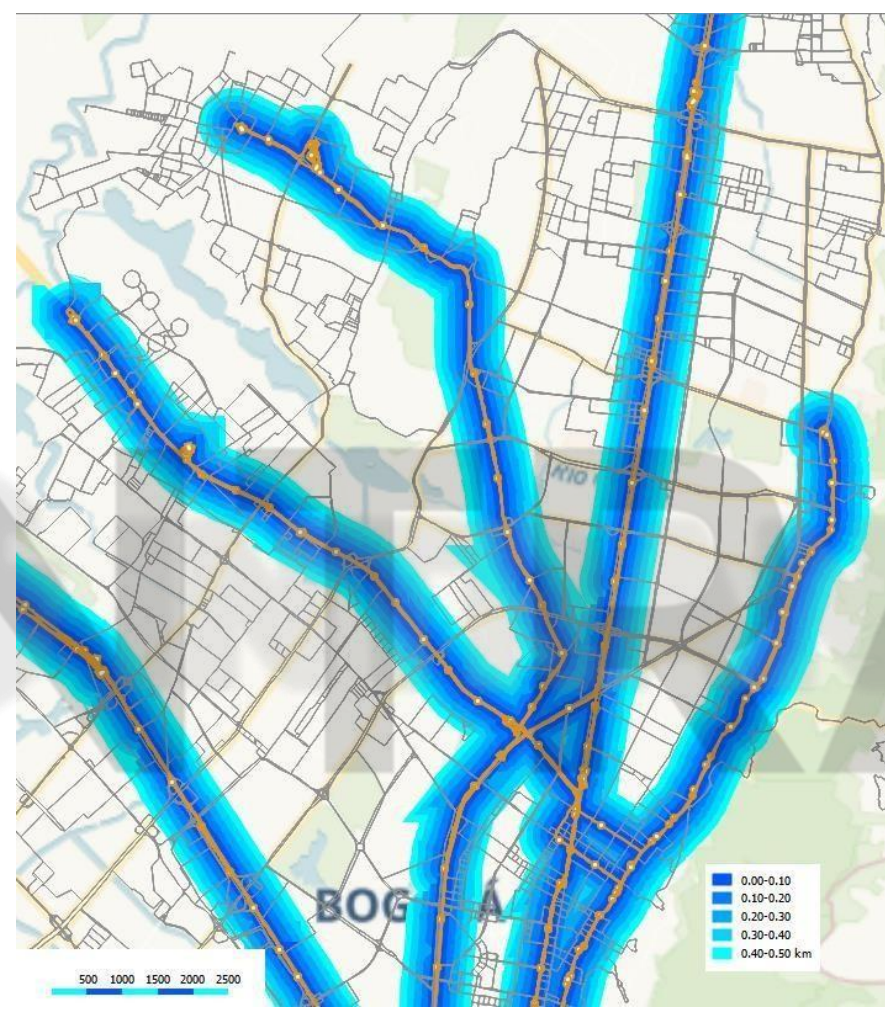
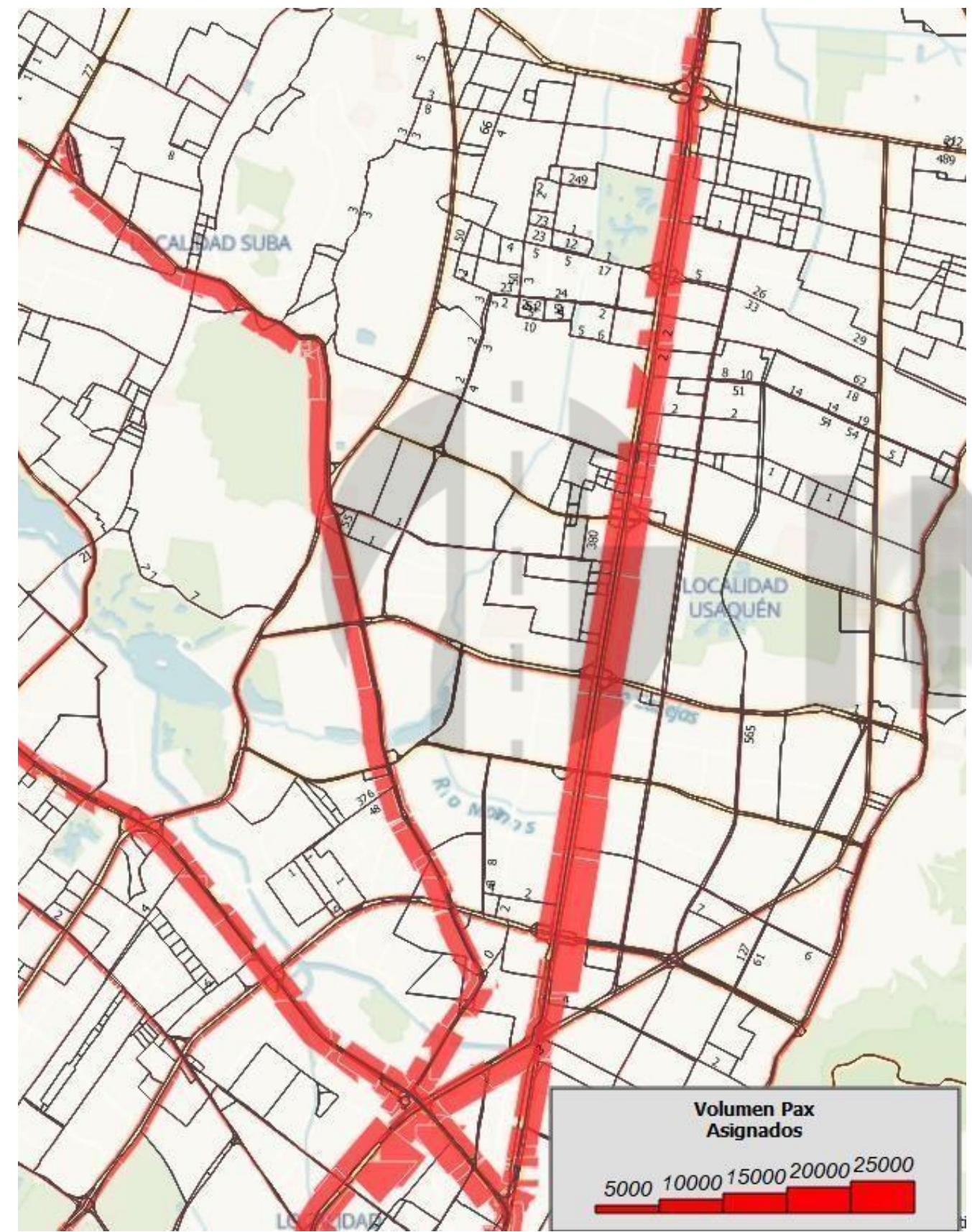
Demanda por paraderos (ascenso, descensos y transbordos)

Análisis de sobreposición de rutas y servicios

CRITERIOS Y DIMENSIONAMIENTO PARA DISEÑOS DE SERVICIOS



CRITERIOS Y DIMENSIONAMIENTO PARA DISEÑOS DE SERVICIOS





CRITERIOS Y DIMENSIONAMIENTO PARA DISEÑOS DE SERVICIOS



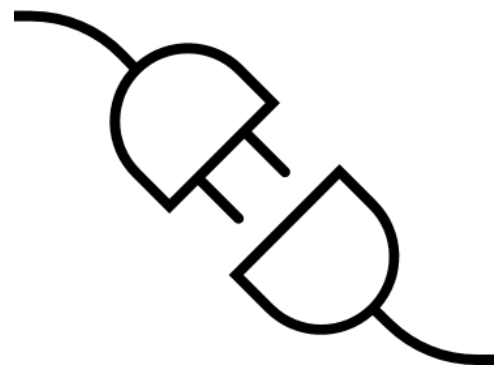
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



En este tema responderemos:

Ya teniendo un modelo estratégico para la planificación, ¿Qué hacemos con él? ¿Para qué nos sirve? ¿Cómo lo vamos acercando a un diseño de rutas?

INTRANIT





INTEGRANIT

1. Esquemas operacionales

- Estructura de servicios
- Delegación de servicios
- Integración del sistema

2. Parámetros de diseño operacional

3. Indicadores

4. Análisis de sobreposición de rutas y conurrencia entre Sistemas

1. Esquemas operacionales – Estructura de servicios

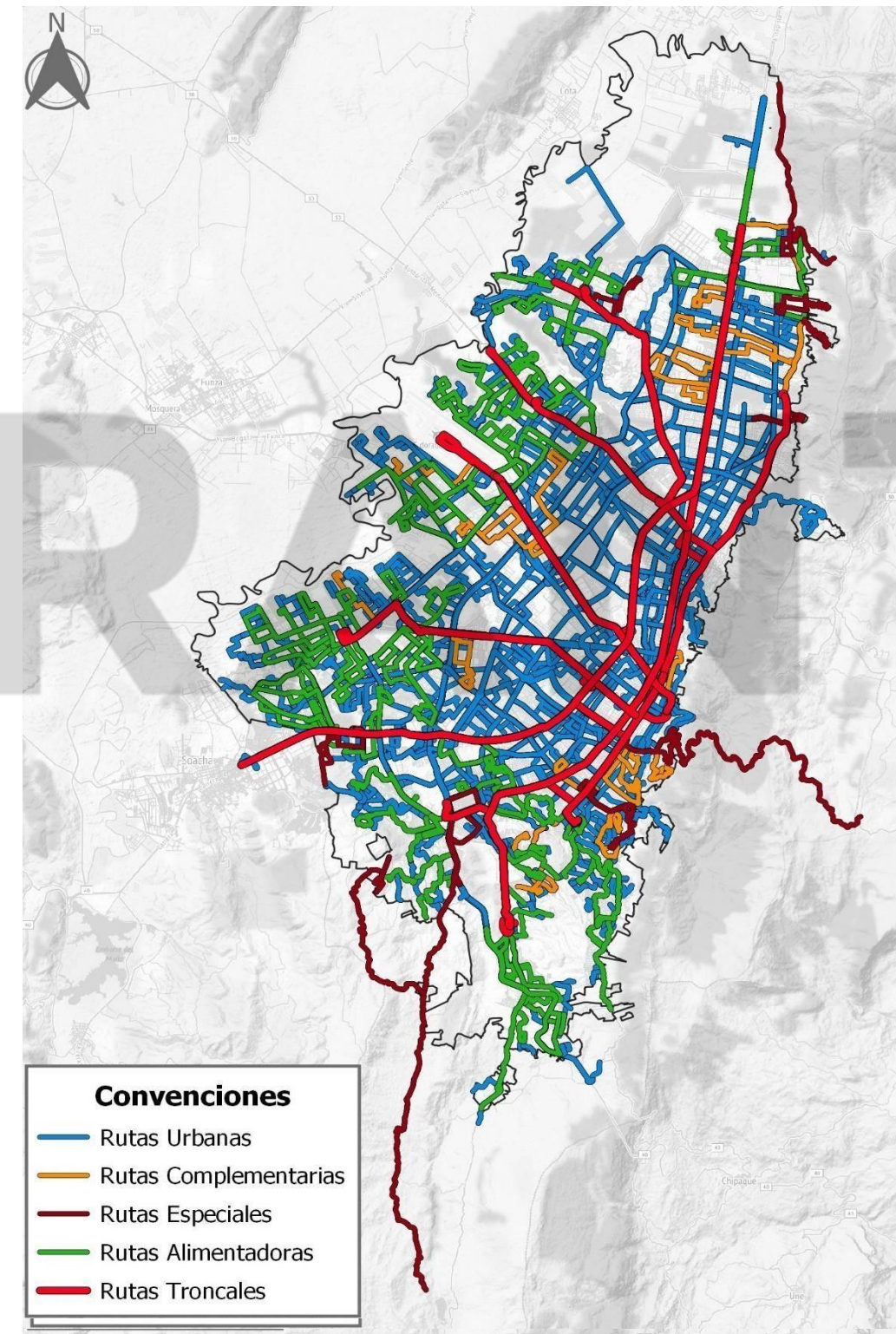


- Número de transferencias.
- Tiempos de espera.
- Control de la operación.
- Cobertura.
- Costos operacionales.
- Costos usuarios.

1. Esquemas operacionales – estructura de servicios

Jerarquización de corredores y tipos de rutas

- Tipología vehicular
- Intensidad de demanda en el corredor
- Tipología de medidas de prioridad de circulación de vehículos de transporte en el sistema vial
- Sistema de cobro
- Tipo de operación de las rutas (expreso o con muchas paradas) del corredor



Esquema tarifario:

CASO SITP

Tarifas Especiales

Tarifa Preferencial Adulto Mayor

- Tarifa troncal: \$2,160 COP (\$0.51 USD)
- Tarifa zonal: \$1,980 COP (\$0.47 USD)

Subsidio para personas en discapacidad permanente

- El valor del pasaje no varía para esta población, pero reciben un subsidio de \$26,500 COP (\$6.30 USD) abonados mensualmente a la tarjeta.

Incentivo personas de menores ingresos

- Tarifa troncal: \$1,800 COP (\$0.43 USD);
- Tarifa zonal: \$1,650 COP (\$0.39 USD);

Primer Abordaje

TRONCAL



\$2,650 COP (\$0.63 USD)

ZONAL



\$2,450 COP (\$0.58 USD)

Transbordos



A



\$200 COP (\$0.05 USD)



A



\$0 COP



A



\$0 COP

*** aplicable a dos trasbordos durante los 110 minutos siguientes a la primera validación**

1. Esquemas operacionales – Delegación de servicios

Esquemas de delegación de rutas y servicios Premisas Bogotá

- Integración tarifaria
- Recaudo Unificado
- Transporte masivo como eje estructurante
- Dinámico, mecanismos técnicos y jurídicos necesarios para adecuar la oferta a las condiciones de la demanda
- Ente Gestor autonomía y autoridad para delegar y sancionar faltas e incumplimientos

Esquemas de delegación de rutas y servicios Aspectos clave

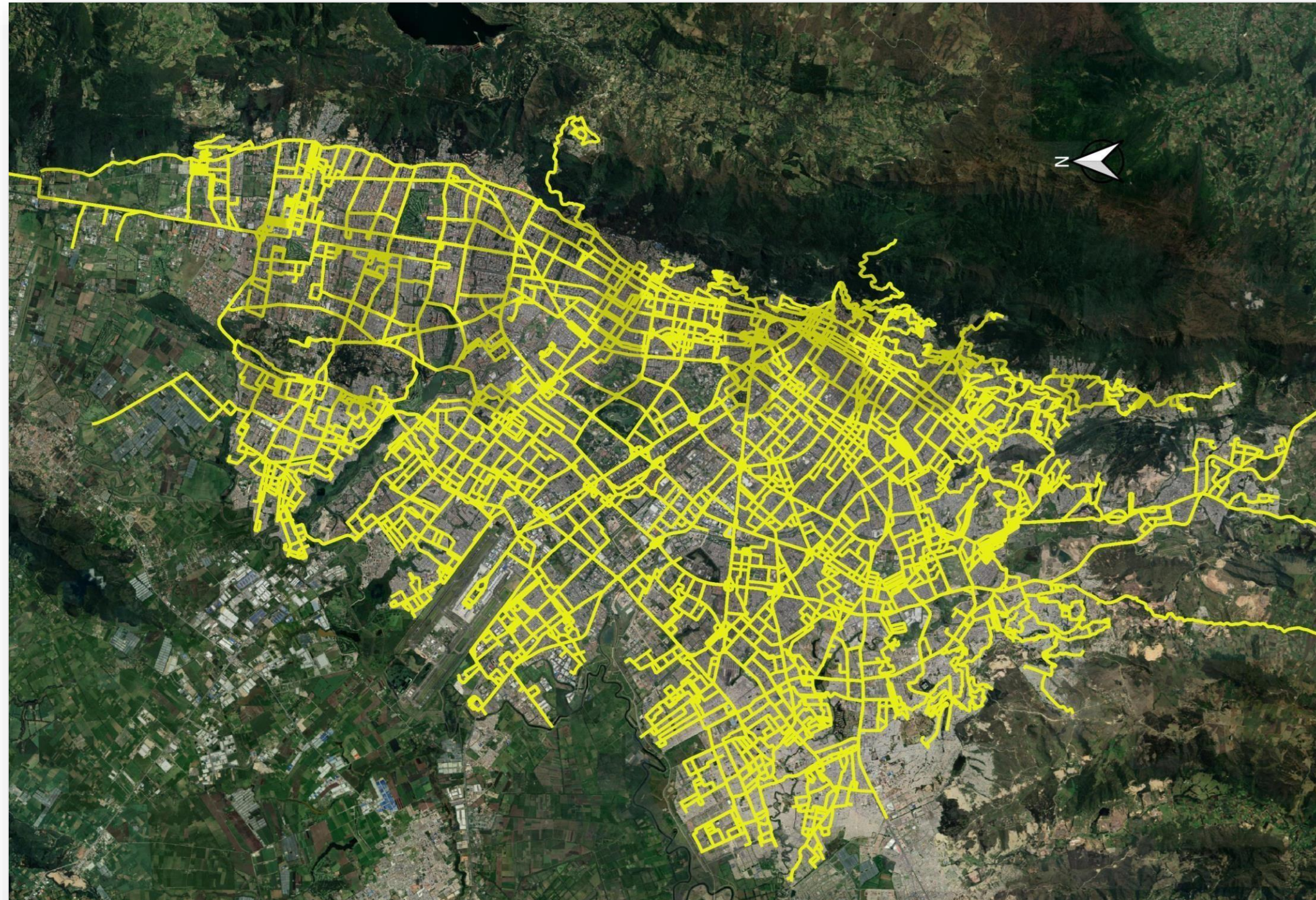
- Tamaño y estructura física de la ciudad
- Demanda del servicio
- Política de privatización
- Complejidad de la operación
- Nivel de desarrollo empresarial de los operadores
- Capacidad de gestión del poder público

Delegación de operación por ruta:

servicios entre orígenes y destinos específicos dentro de itinerarios fijos

- Aplica comúnmente en ciudades pequeñas con baja demanda
- Dificulta la implantación de un sistema tronco-alimentado
- Estimula la superposición de rutas y concentración de servicios
- Las rutas se orientan a los puntos de mayor demanda, generan sobreofertas y concentran la demanda en corredores
- Dificulta el ajuste del sistema a los requerimientos de la demanda (requiere procesos de concertación con los operadores de otras rutas en el área de influencia)
- Creación de nuevas rutas exige procesos de adjudicación independientes
- Dificulta la reducción o eliminación de recorridos ociosos en el inicio y la finalización de las rutas
- La dispersión de los PIR de las rutas, dificulta la ubicación de los talleres y patios cerca de los puntos terminales de las rutas, genera sobrecostos
- Dificulta el pago de los costos de operación de las rutas, teniendo en cuenta que las rutas en general tienen costos operacionales distintos y tarifas iguales

Delegación de operación por ruta:

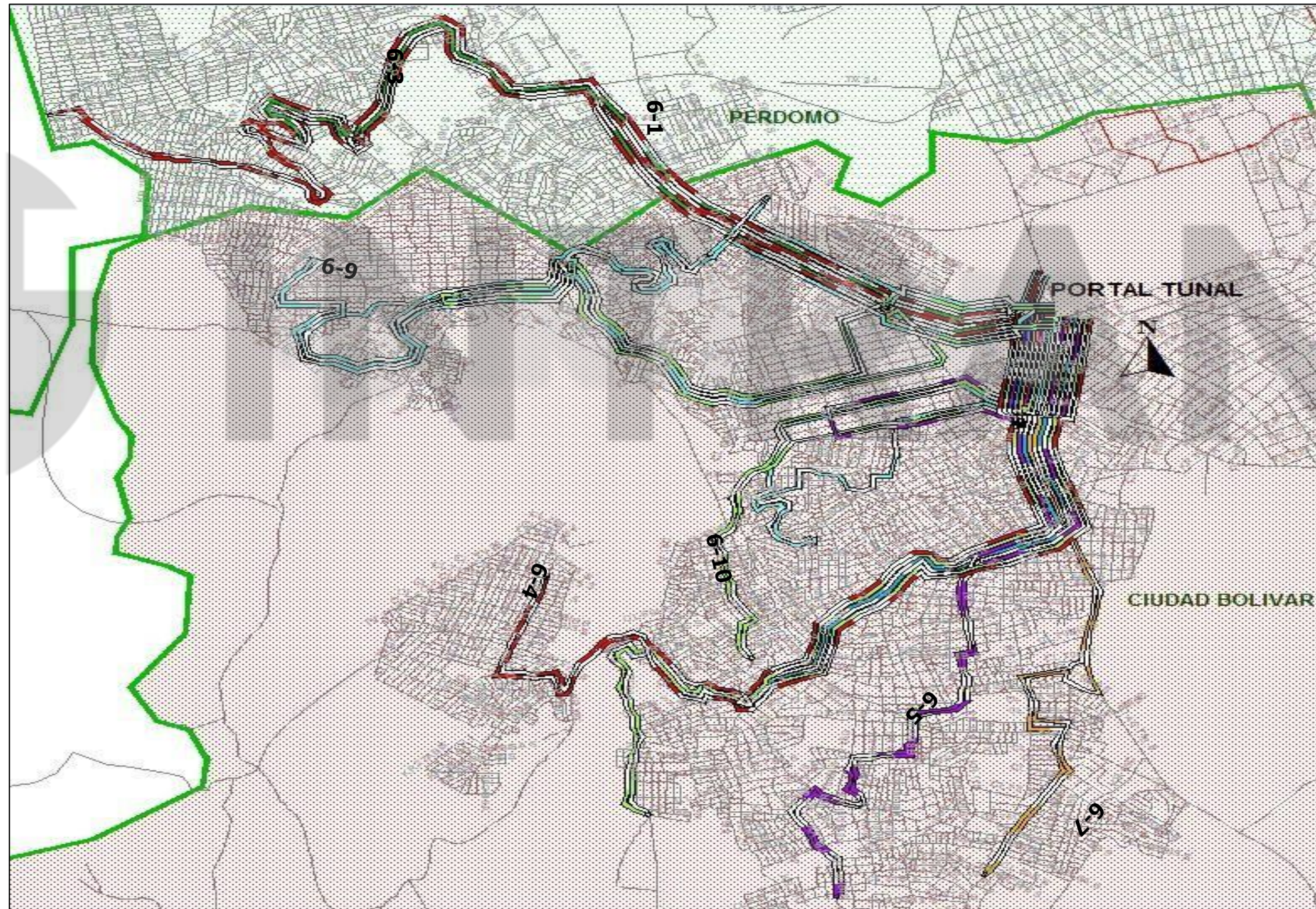


Delegación por grupo de rutas:

Se otorga un grupo de rutas

- Disminuye la competencia entre rutas, en la medida que hay menos operadores
- Cuando las rutas que componen el grupo se encuentran muy dispersas, se pueden generar ineficiencias en algunos componentes de los procesos operacionales.
- Permite la integración en el sistema de transporte cuando se hacen delegaciones por tipología de servicio (alimentador, troncal, etc.)
- Dificulta los ajustes de los servicios en función de la dinámica de las ciudades, cuando los grupos de rutas comparten una misma área.
- No elimina la posibilidad de superposición de recorridos, en particular en los corredores de mayor demanda donde se concentran las diferentes rutas.
- Facilita la adecuación de la remuneración a los costos de operación.

Delegación por grupo de rutas:



Delegación por regiones o zonas :

se define un área geográfica en la que el operador será responsable por el suministro de transporte

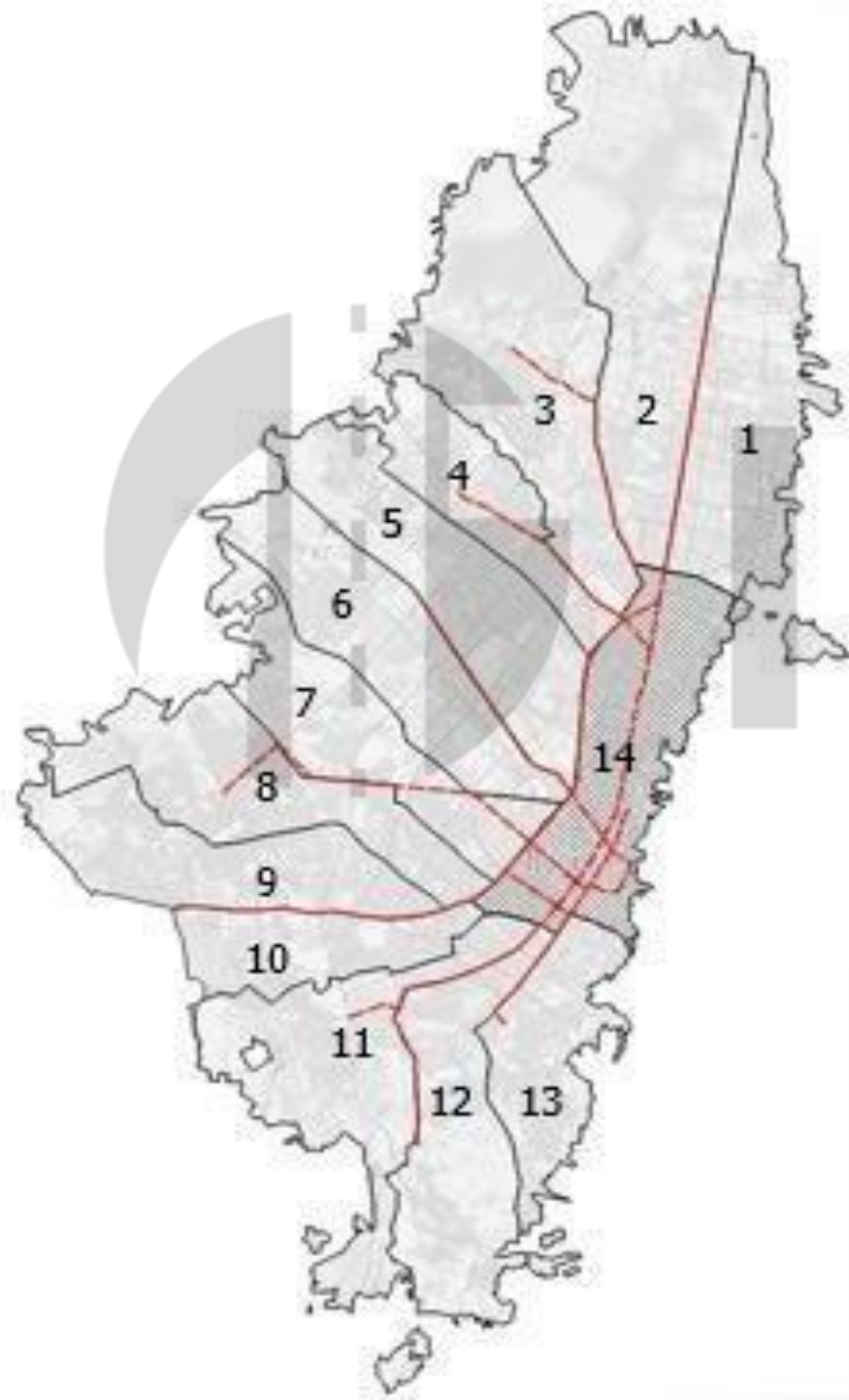
- Para la operación inicial se define un grupo de rutas que con el tiempo, la experiencia del concesionario y la interacción con la comunidad puede ser modificada.
- La definición de las zonas, en general, sigue una lógica similar a la de una cuenca fluvial, en la cual las rutas convergen en un corredor, el cual puede ser un sistema estructurante.
- Para rutas que operan en más de una zona, la asignación puede ser compartida entre dos operadores o asignada a una de las zonas de cabecera.
- La ciudad mantiene la responsabilidad de la planeación, regulación y control de la operación de los servicios.
- Facilita la integración del sistema de transporte.
- Reconoce las especificidades de cada zona (comportamiento de la demanda, condiciones de infraestructura, dinámica funcional, etc.) y permite generar optimizaciones técnicas y económicas

Delegación por regiones o zonas :

se define un área geográfica en la que el operador será responsable por el suministro de transporte

- El operador es **único** para toda la zona y es responsable de la cobertura, especialmente en aquellos sectores periféricos.
- Disminuye al interior de cada zona la competencia entre empresas.
- La planificación operativa de las rutas de la zona, puede ser compartida entre el gestor y el operador, pero la definición de los servicios y los niveles de servicio, corresponde al gestor.
- El operador puede identificar necesidades de cambios oportunamente y proponer ajustes para que sean aprobados por el organismo encargado de la gestión integral del sistema.
- Da al sistema flexibilidad suficiente para responder eficientemente a las dinámicas de ciudad.

Delegación por regiones o zonas :



- 1) Usaquén
- 2) Suba Oriental
- 3) Suba Centro
- 4) Calle 80
- 5) Engativá
- 6) Fontibón
- 7) Tintal – Zona Franca
- 8) Kennedy
- 9) Bosa
- 10) Perdomo
- 11) Ciudad Bolívar
- 12) Usme
- 13) San Cristóbal
- 14) Zona Neutra

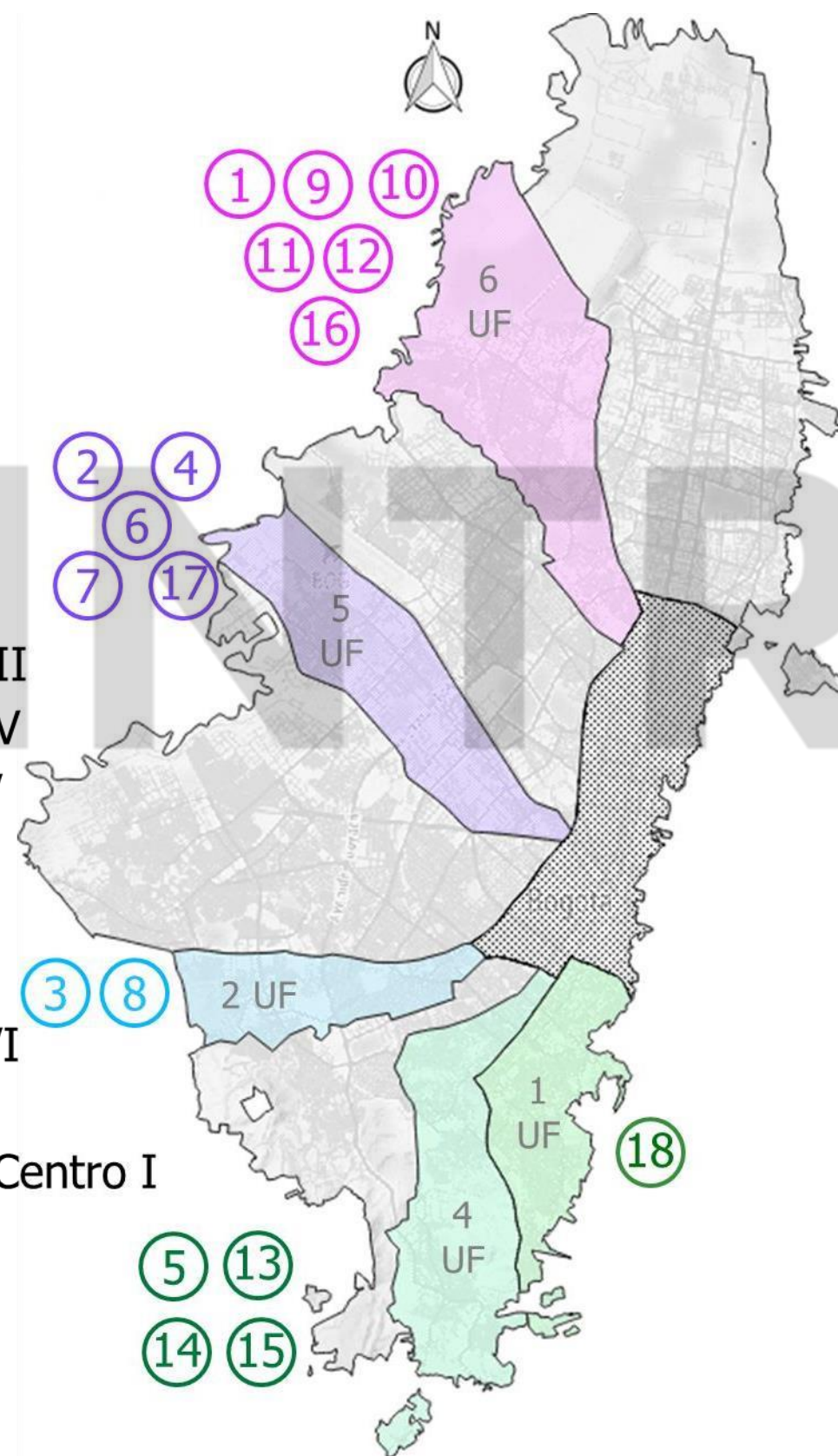
ZONA		TOTAL FLOTA
1	Usaquén	1.506
2	Suba Oriental	313
3	Suba Centro	1.504
4	Calle 80	527
5	Engativá	833
6	Fontibón	911
7	Tintal Zona Franca	255
8	Kennedy	1.173
9	Bosa	1.354
10	Perdomo	391
11	Ciudad Bolívar	805
12	Usme	898
13	San Cristóbal	777

Delegación por lotes de vehículos:

Se otorga una cantidad de vehículos a operar y el gestor operacional define los servicios a prestar con esos vehículos

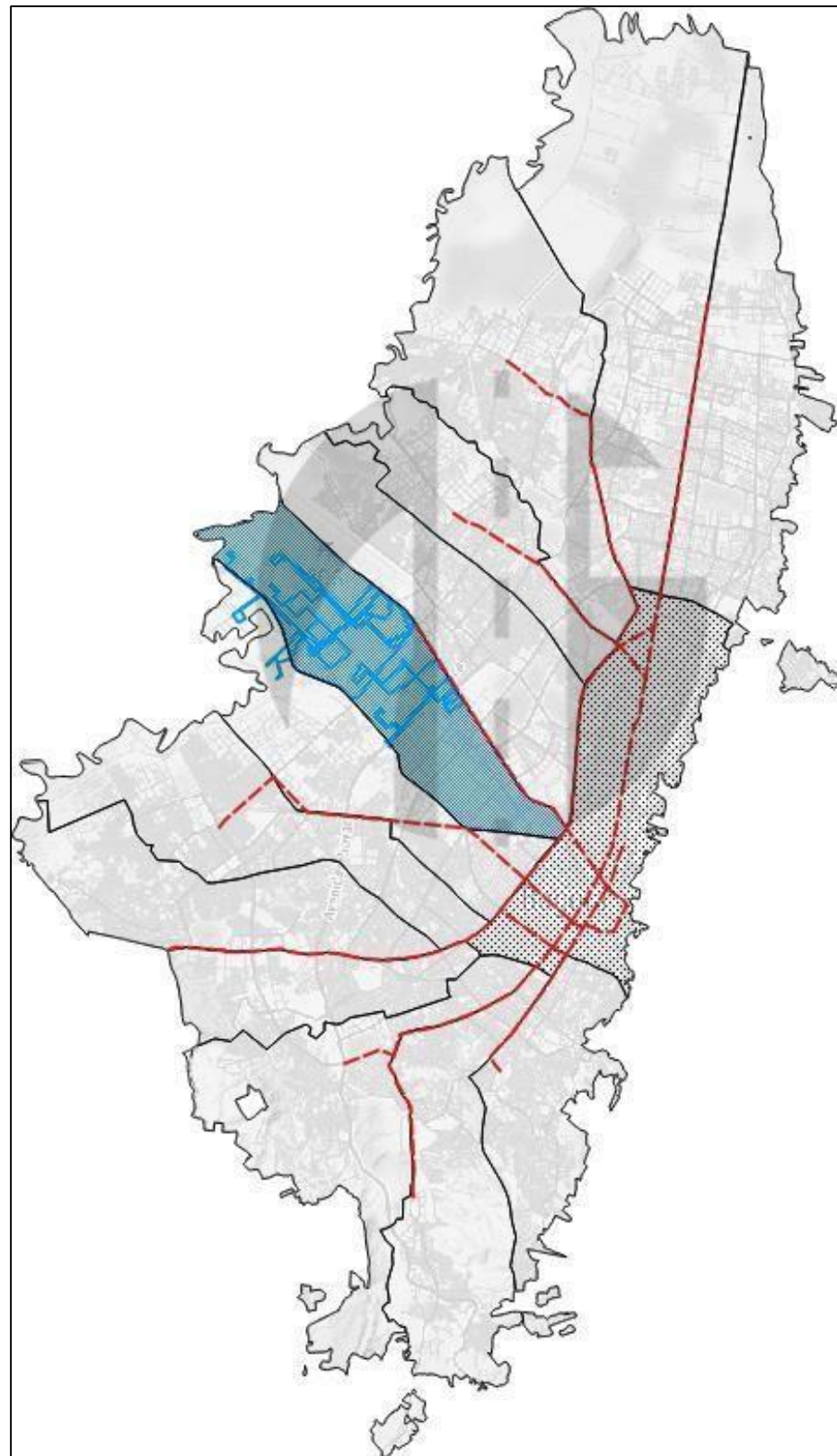
- La ciudad mantiene la responsabilidad de la planeación, programación, regulación y control de la operación de los servicios, pues tiene que definir la programación de viajes por ruta y la flota necesaria, ampliando su necesidad de intervención en el sistema.
- La administración define las características de la flota tales como: capacidad, modelo de vehículo, condiciones de mantenimiento, etc.

- **Unidad Funcional 1:** Suba Centro I
- **Unidad Funcional 2:** Fontibón I
- **Unidad Funcional 3:** Perdomo I
- **Unidad Funcional 4:** Fontibón II
- **Unidad Funcional 5:** Usme I
- **Unidad Funcional 6:** Fontibón III
- **Unidad Funcional 7:** Fontibón IV
- **Unidad Funcional 8:** Perdomo II
- **Unidad Funcional 9:** Suba Centro II
- **Unidad Funcional 10:** Suba Centro III
- **Unidad Funcional 11:** Suba Centro IV
- **Unidad Funcional 12:** Suba Centro V
- **Unidad Funcional 13:** Usme II
- **Unidad Funcional 14:** Usme III
- **Unidad Funcional 15:** Usme IV
- **Unidad Funcional 16:** Suba Centro VI
- **Unidad Funcional 17:** Fontibón V
- **Unidad Funcional 18:** San Cristóbal Centro I

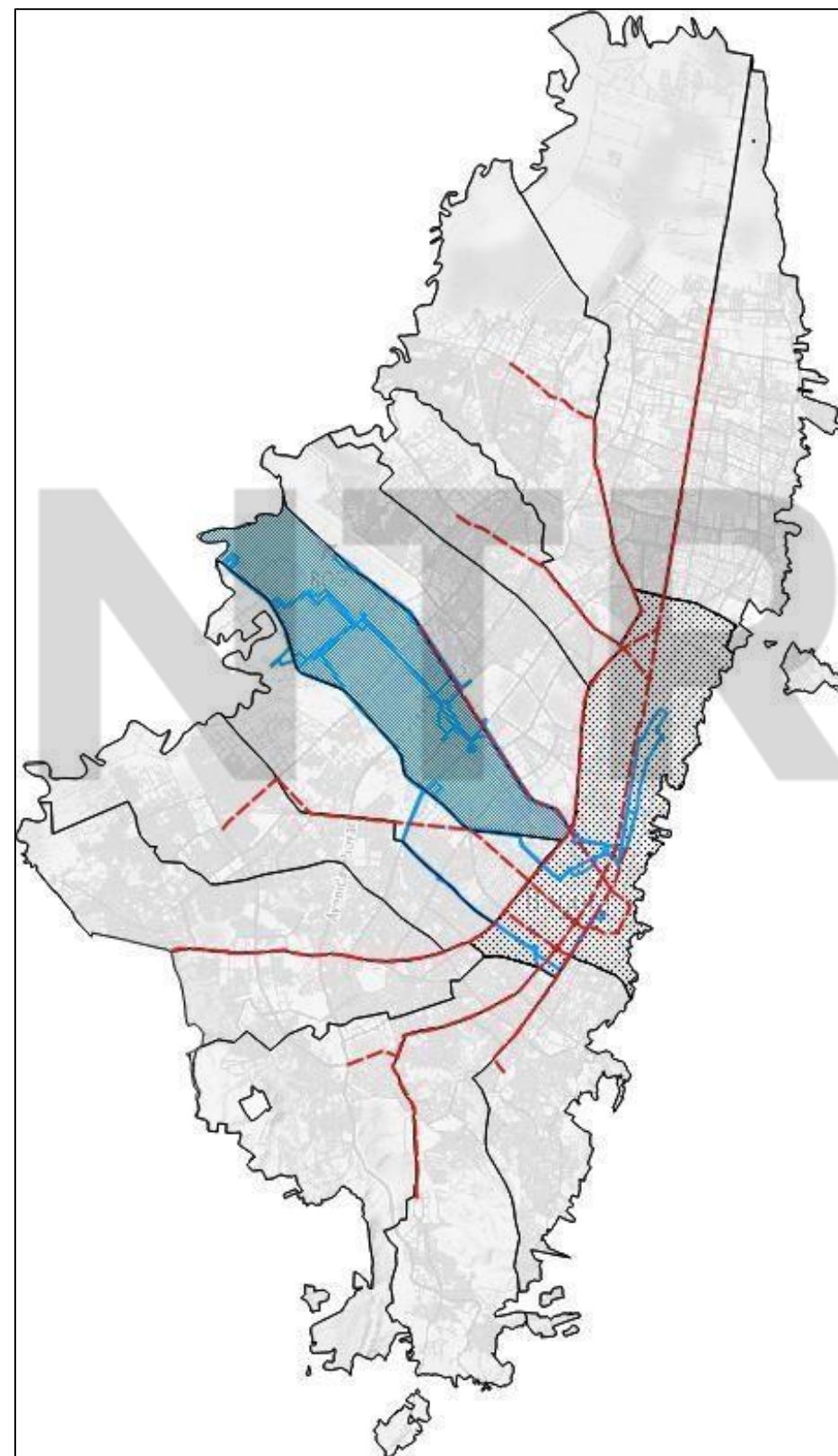


- Cercanía geográfica de sus cabeceras, facilitar la centralización de su regulación desde un único patio.
- Cantidad de flota entre 100 y 250 vehículos, facilidades operativas y de control de flota.
- Facilitar la consecución de patios de operación, reducción de recorridos en vacío entre el patio de control y la ruta.

Cobertura rutas de la Unidad Funcional 2



Cobertura rutas de la Unidad Funcional 4



Delegación por corredor:

se define un corredor estructurante que es entregado a un operador

- La definición de las zonas, en general, sigue una lógica similar a la de una cuenca fluvial, en la cual las rutas convergen en un corredor.
- Facilita la implantación de un sistema tronco-alimentado
- La ciudad mantiene la responsabilidad de la planeación, regulación y control de la operación de los servicios.
- Facilita la integración del sistema de transporte.
- El operador es único para todo el corredor.
- Disminuye la competencia entre empresas.
- La planificación operativa del corredor, puede ser compartida entre el gestor y el operador, pero la definición de los servicios y los niveles de servicio, corresponde al gestor.



INTEGRANT

1. Esquemas operacionales

- Estructura de servicios
- Delegación de servicios
- Integración del sistema

2. Parámetros de diseño operacional

3. Indicadores

4. Análisis de sobreposición de rutas y conurrencia entre Sistemas

Integración del sistema

Enfoque global a través del cual los diferentes elementos que componen el sistema se articulan para producir efectos acumulados positivos en el menor plazo posible, con el fin de ofrecer servicios de transporte más eficientes y fáciles de utilizar por los usuarios.



2. Parámetros de diseño operacional de transporte público

Tipo de ruta

Trazado de la ruta
(recorrido, longitud,
velocidad)

Demanda de la ruta por
sentido
(hora, tramo max demanda)

Tipo de vehículo
(capacidad)

Nivel de servicio
(capacidad)

VEHÍCULO	CAPACIDAD NOMINAL	NIVEL DE SERVICIO (PAX/M2)				
		A (0)	B (1,5)	C (3)	D (4,5)	E (6)
Microbús	19	19	19	19	19	19
Buseta	40	23	27	32	36	40
Bus	50	29	34	40	45	50
Bus – (padrón)	80	30	43	55	68	80
Bus – (padrón)	88	38	51	63	76	88
Bus – (padrón)	90	39	52	64	77	89

2. Parámetros de diseño operacional de transporte público

Frecuencia (F)

(cantidad vehículos de una ruta que pasan en la hora)

$$F = \frac{\text{Demanda max (pax/hora)}}{\text{Capacidad Vehiculo (plazas)}} \quad (\text{Buses/hora})$$

Intervalo (I)

(lapso de tiempo entre dos despachos de una ruta)

$$I = \frac{60}{\text{Frecuencia}} \quad (\text{minutos})$$

Tiempo de Ciclo (Tc)

(Tiempo que tarda la ruta en hacer la totalidad de su recorrido ida y vuelta)

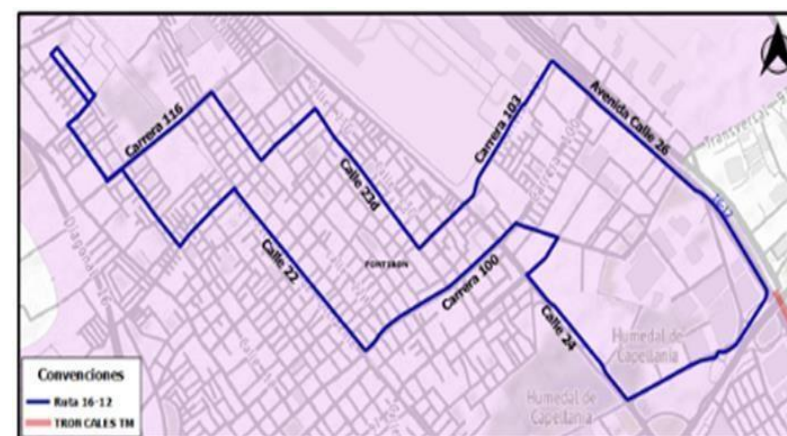
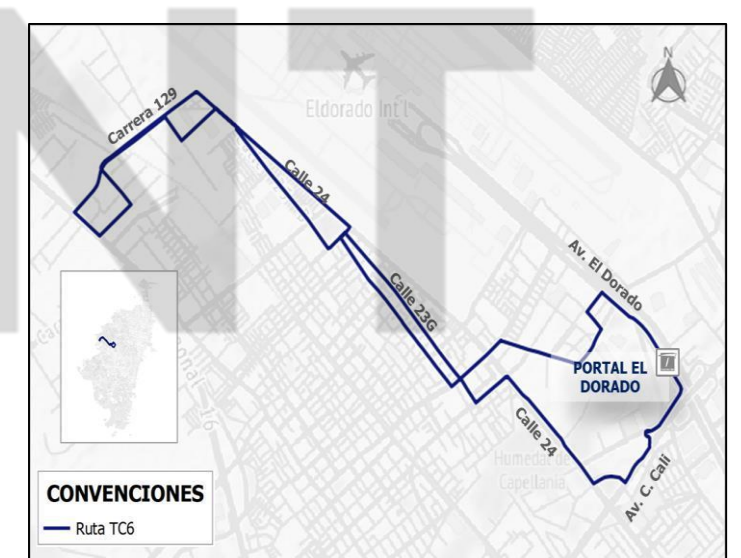
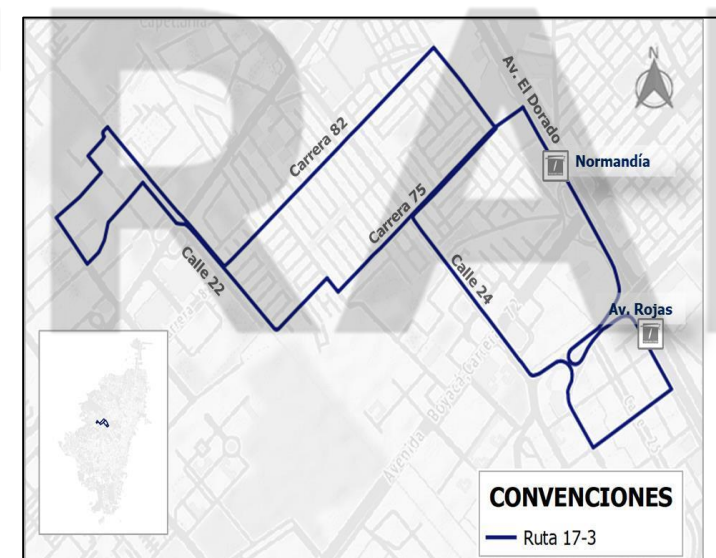
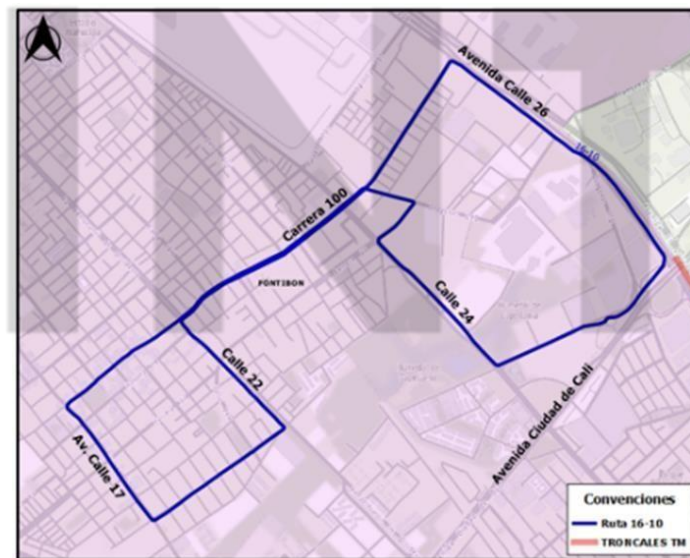
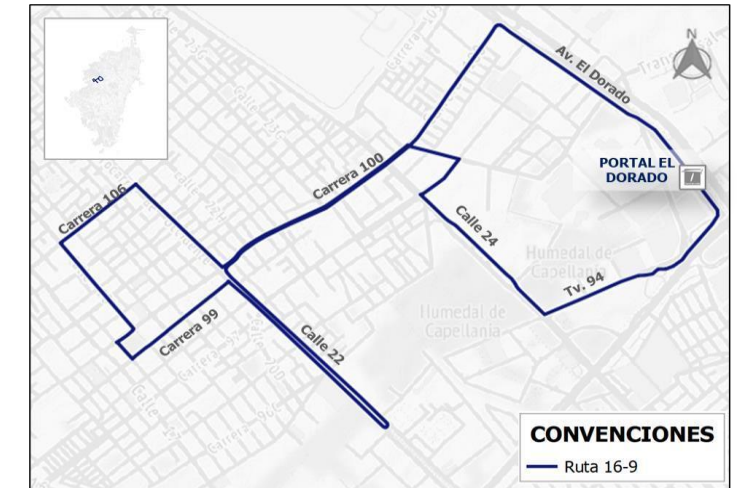
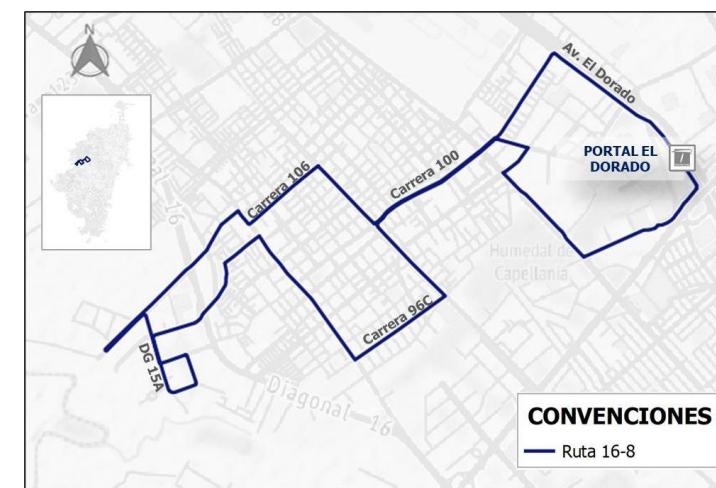
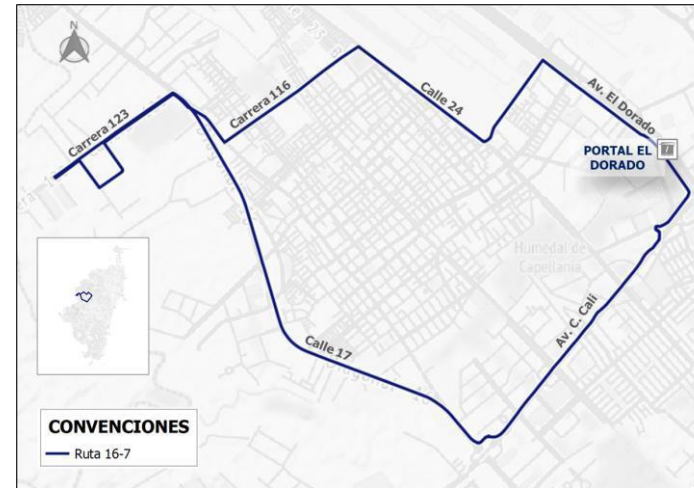
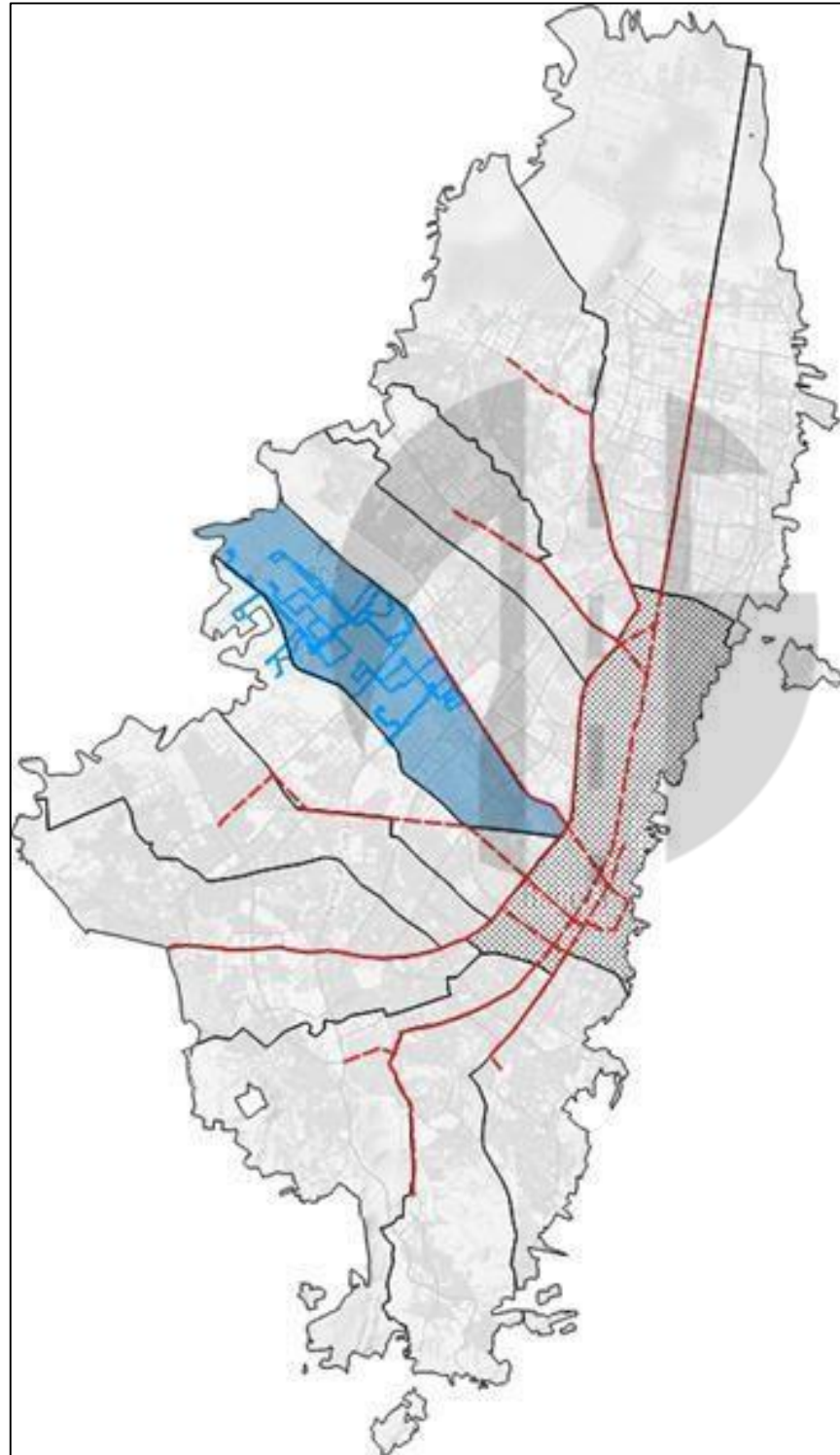
$$Tc = T_{\text{recorrido}} + T_{\text{detención}} + T_{\text{terminal}} \quad (\text{minutos})$$

Cantidad de Flota (N)

(Cantidad de buses necesarios para la operación de la ruta)

$$N = \frac{Tc}{\text{Intervalo}} \quad (\text{vehículos})$$

2. Parámetros de diseño operacional de transporte público



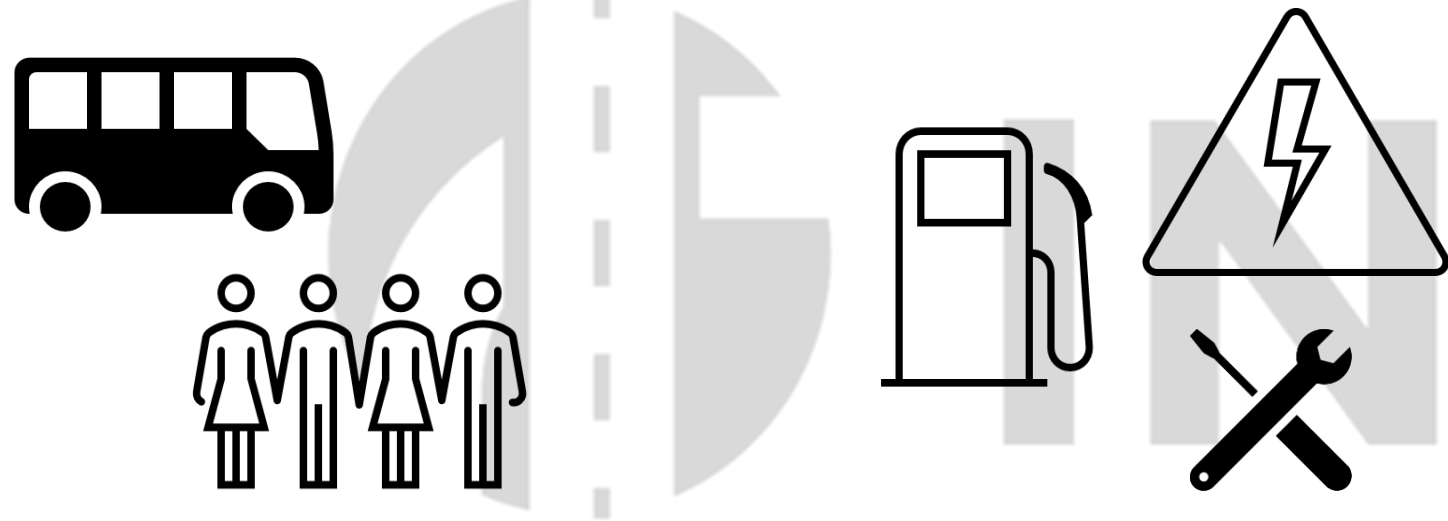
2. Parámetros de diseño operacional de transporte público

Ruta	Demanda (pax/h/sentido) (HMD)	Tipología Vehicular (pax)	Tiempo de ciclo (minutos)	Frecuencia (Buses/hora)	Intervalo (minutos)	Flota
16-10 Villemar	1508	80	46,63	17,14	3,50	13
16-9 Fontibón centro	1399	80	45,63	16,00	3,75	10
16-8 Zona Franca	766	80	37,37	7,74	7,75	8
16-7 La Estancia	665	80	62,23	7,74	7,75	11
16-12 Belén	750	50	62,26	15,00	4,00	16
TC6 San Pablo Jericó	1333	50	59,09	26,67	2,25	25
K300 Puente Grande	830	80	79,76	10,43	5,75	14
K301 La Felicidad	380	50	53,67	7,74	7,75	7
17-3 Modelia	455	50	84,58	9,23	6,50	8
Total bus (50 pax)						56
Total padrón (80 pax)						56

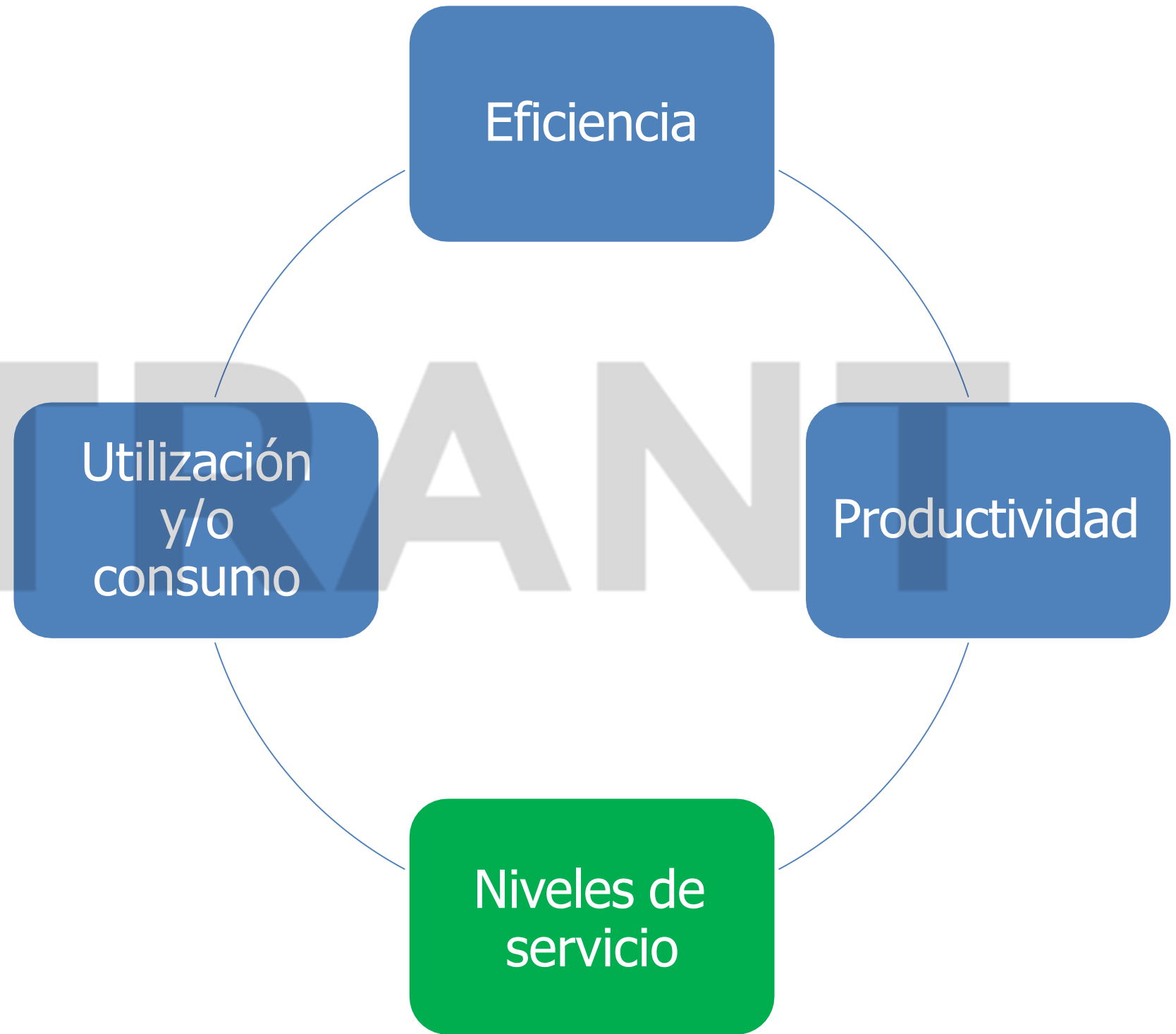
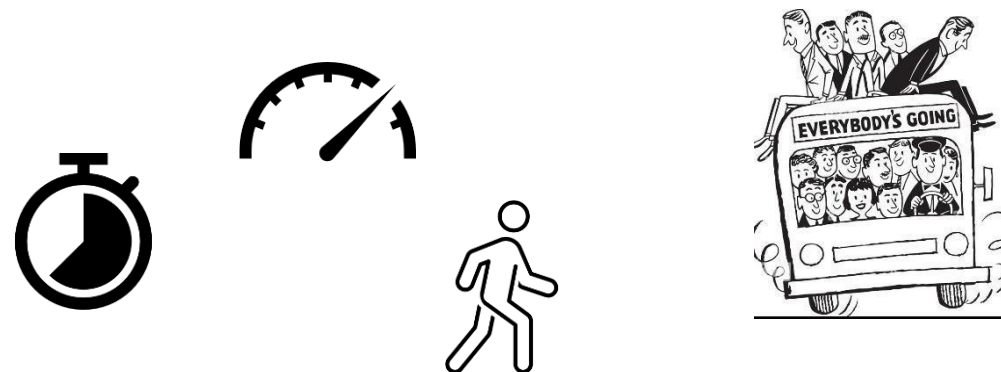
Ruta	Demanda (pax/h/sentido) (HMD)	Tipología Vehicular	Tiempo de ciclo (minutos)	Frecuencia (Buses/hora)	Intervalo (minutos)	Intervalo ajustado (minutos)	Flota
16-10 Villemar	948	80	42,75	11,85	5,06	5	9
16-9 Fontibón centro	484	80	49,5	6,05	9,92	9,75	6
16-8 Zona Franca	874	80	70	10,93	5,49	5,5	13
16-7 La Estancia	933	80	82,5	11,66	5,14	5,15	17
16-12 Belén	363	50	63	7,26	8,26	8,25	8
TC6 San Pablo Jericó	899	50	64	17,98	3,34	3,3	20
K300 Puente Grande	563	50	90	11,26	5,33	5,3	17
K301 La Felicidad	275	50	52,5	5,5	10,91	10,75	5
17-3 Modelia	265	50	60	5,3	11,32	11,3	6
Total bus (50 pax)							45
Total padrón (80 pax)							56

3. Indicadores

Es esta etapa, requerimos indicadores que nos permitan estimar la necesidad de recursos, su producción y su consumo:



Pero que también nos permitan cubrir las necesidades del usuario:



3. Indicadores

Eficiencia: estiman que tanto beneficio (ingreso) genera un recurso dispuesto, en general en términos de pasajeros transportados (pagos o totales) en un periodo de tiempo definido.

Índice de pasajeros por kilómetro en servicio (IPK)

Índice de pasajeros por vehículo (IPV)

Índice de pasajeros por conductor (IPC)

Principales recursos:



3. Indicadores

Productividad: estiman que tanto produce uno de nuestros recursos en un periodo de tiempo definido.

Índice de kilómetros en servicio por vehículo (IKV)

Velocidad comercial o de operación

Cantidad de despachos

Principales recursos:



3. Indicadores

Velocidad comercial o de operación

Ejemplo diseño unidades funcionales – sensibilidad por aumento de velocidad

VELOCIDAD	FLOTA	DIFERENCIA FLOTA (VEL. ANTERIOR)	DIFERENCIA FLOTA (VEL. DISEÑO)
Velocidad 12,8 Km/h (Diseño)	2085		
Velocidad 14 Km/h	1908	177	177
Velocidad 15 Km/h	1775	133	310
Velocidad 16 Km/h	1664	111	421
Velocidad 17 Km/h	1570	94	515
Velocidad 18 Km/h	1478	92	607
Velocidad 19 Km/h	1404	74	681
Velocidad 20 Km/h	1335	69	750

3. Indicadores

Utilización y/o consumo: estiman la cantidad de insumos que consumen nuestros recursos en el desarrollo de su producción

Índice de Conductores por vehículo (ICV)

Índice de Mecánicos por vehículo (IMV)

Rendimiento: kilómetros recorridos por unidad de combustible o energético (km/L, km/KwH)

Costo unitario de mantenimiento por kilómetro en servicio (\$/km)

Y para todos los rubros: llantas, lubricantes, lavado, impuestos, seguros

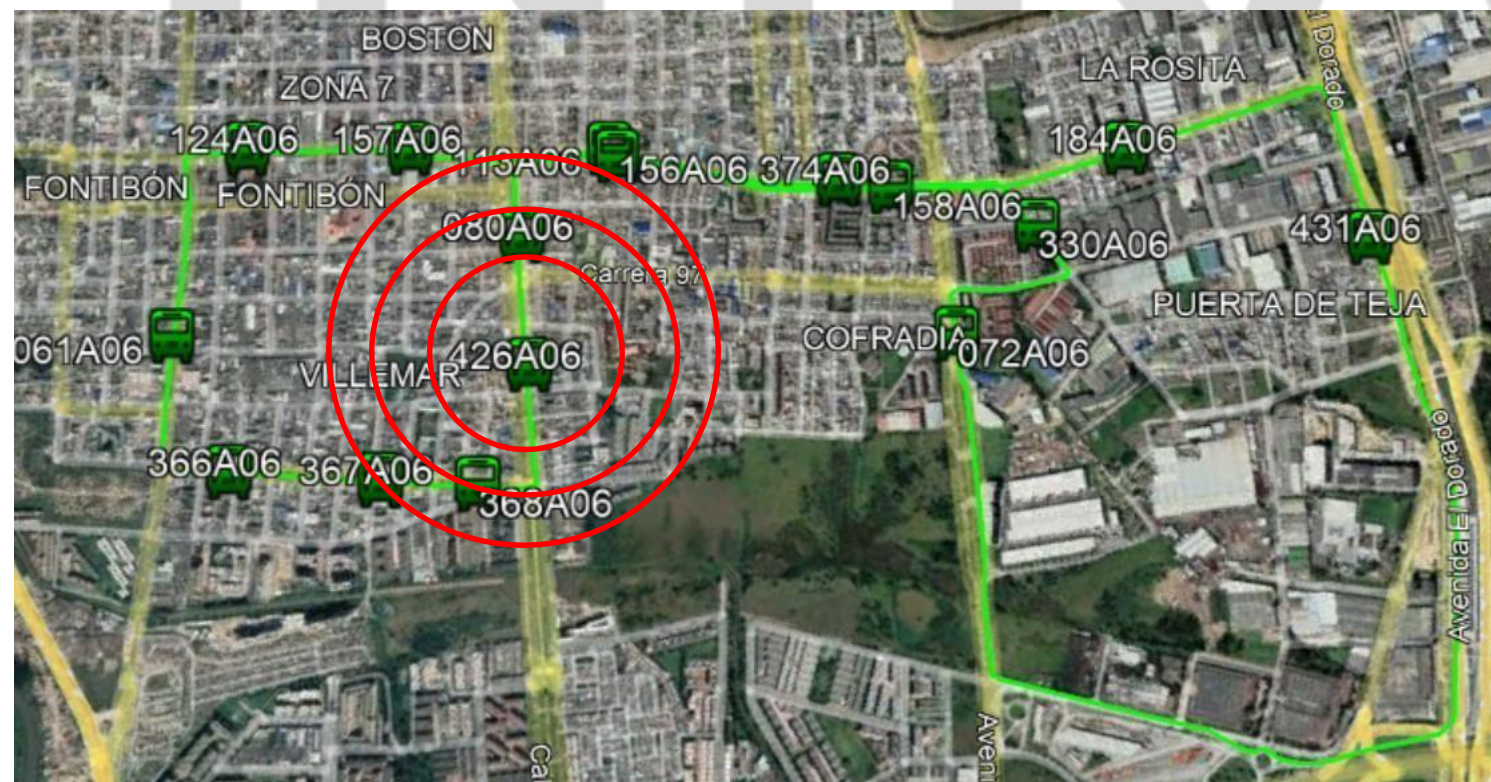
Nota clave: Siempre considerar porcentaje de kilómetros en vacío

3. Indicadores

Niveles de servicio: nos representan la calidad planeada del servicio, los estándares que planearemos para cubrir las expectativas de los usuarios. Son definidos por el planificador.

Tiempo o distancia de caminata: distancia que deben recorrer los usuarios para llegar al punto de acceso al servicio (paradero o estación),

Buffer de cobertura: área o distancia que se considera es la que cubre un punto de acceso (paradero o estación)



3. Indicadores

Niveles de servicio: nos representan la calidad planeada del servicio, los estándares que planearemos para cubrir las expectativas de los usuarios. Son definidos por el planificador.

Intervalos de paso máximos: tiempo máximo entre el paso de dos vehículos de la misma ruta en el mismo sentido, indica el tiempo máximo que esperarán los usuarios para acceder al servicio que planeamos. **Nota clave:** esto para cada hora del día

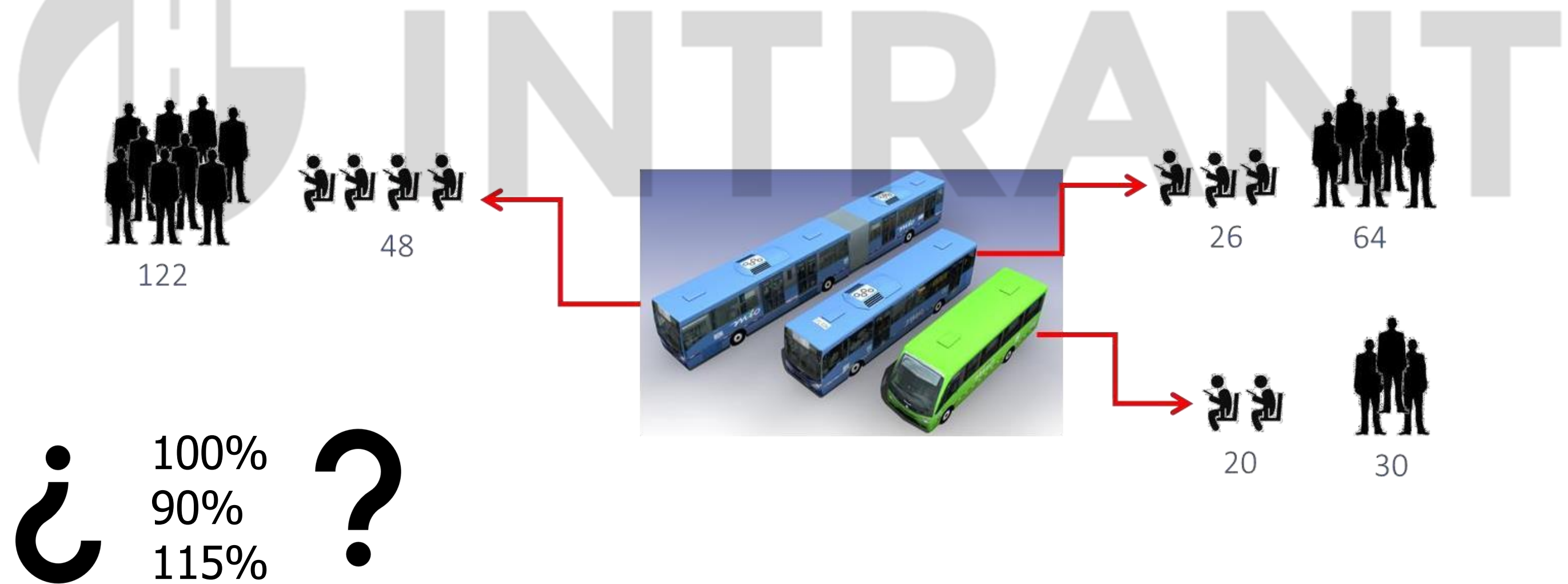
Cantidad de ascensos por viaje: Cuantos ascensos a vehículos necesitará el usuario para completar su viaje (abordaje inicial más transbordos)

Horarios de operación: Definir la duración de la operación de cada servicio

3. Indicadores

Niveles de servicio: nos representan la calidad planeada del servicio, los estándares que planearemos para cubrir las expectativas de los usuarios. Son definidos por el planificador.

Ocupación de diseño: Porcentaje de la capacidad de los vehículos con lo que se diseña la oferta (determina la comodidad a bordo)



4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

Para evaluar este criterio debemos revisar:

- La demanda de viajes
- Las características de las zonas
- Las características del corredor

ZONA A

ZONA C

CORREDOR PRINCIPAL

ZONA B

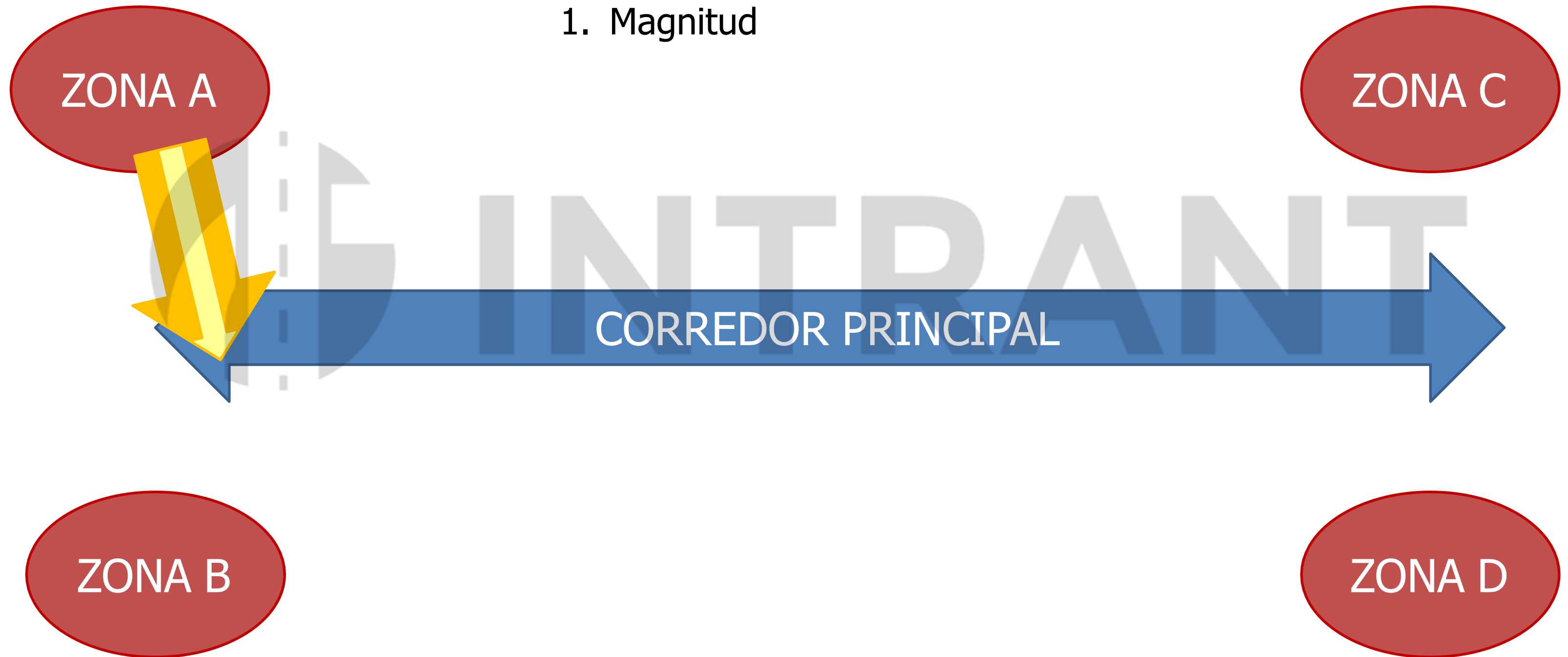
ZONA D



4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

La demanda de viajes:

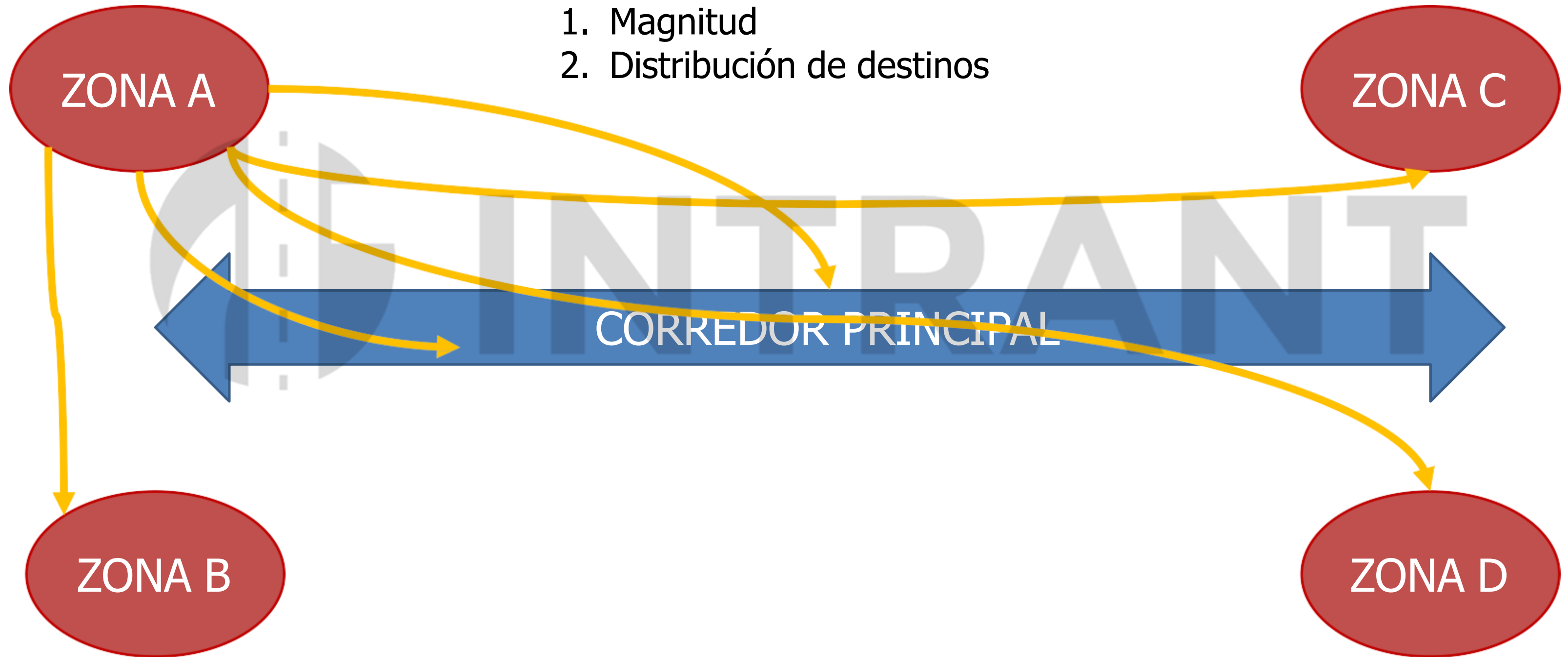
1. Magnitud



4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

La demanda de viajes:

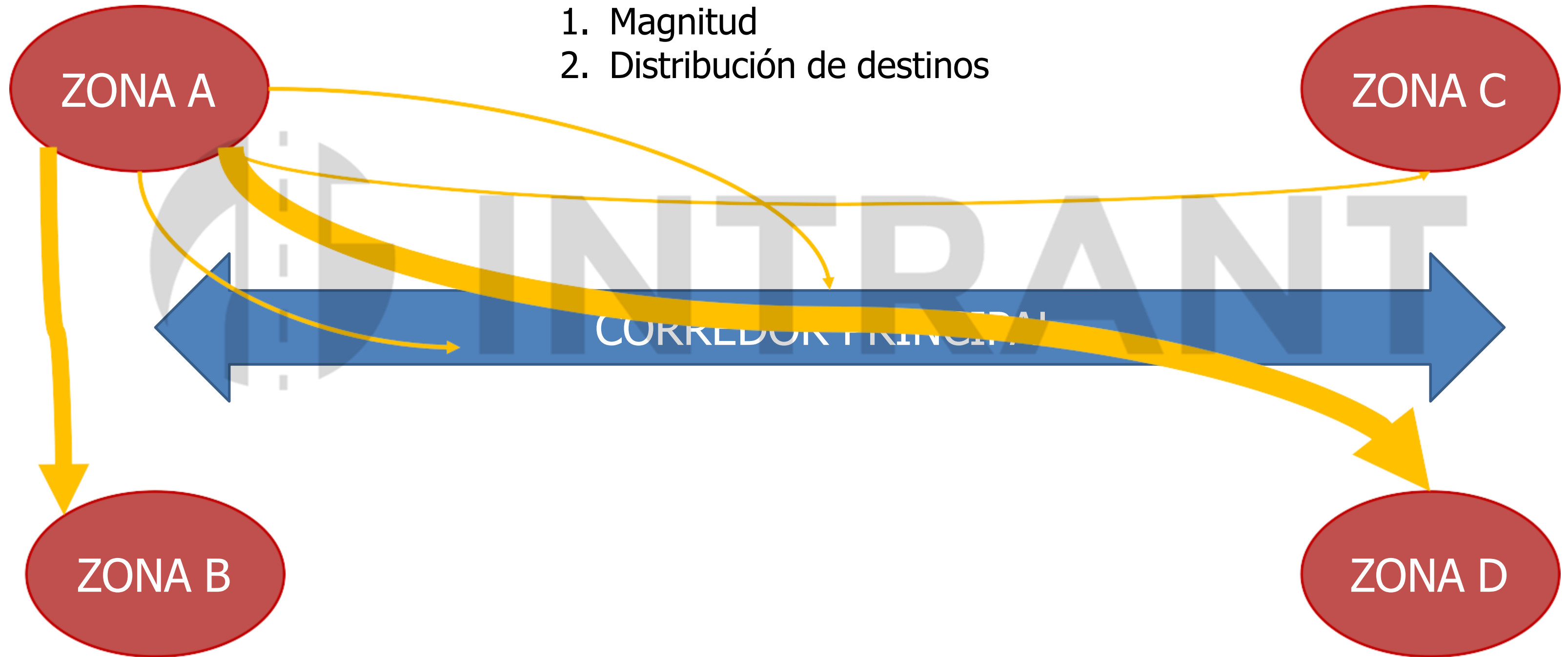
1. Magnitud
2. Distribución de destinos



4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

La demanda de viajes:

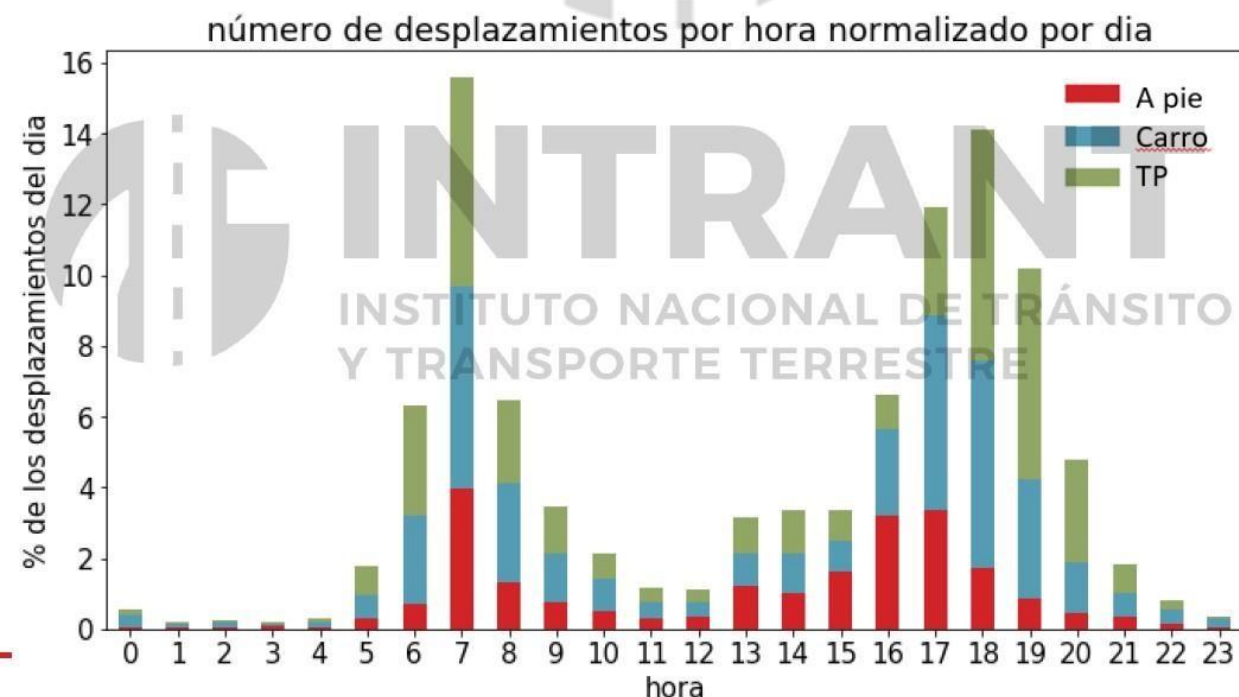
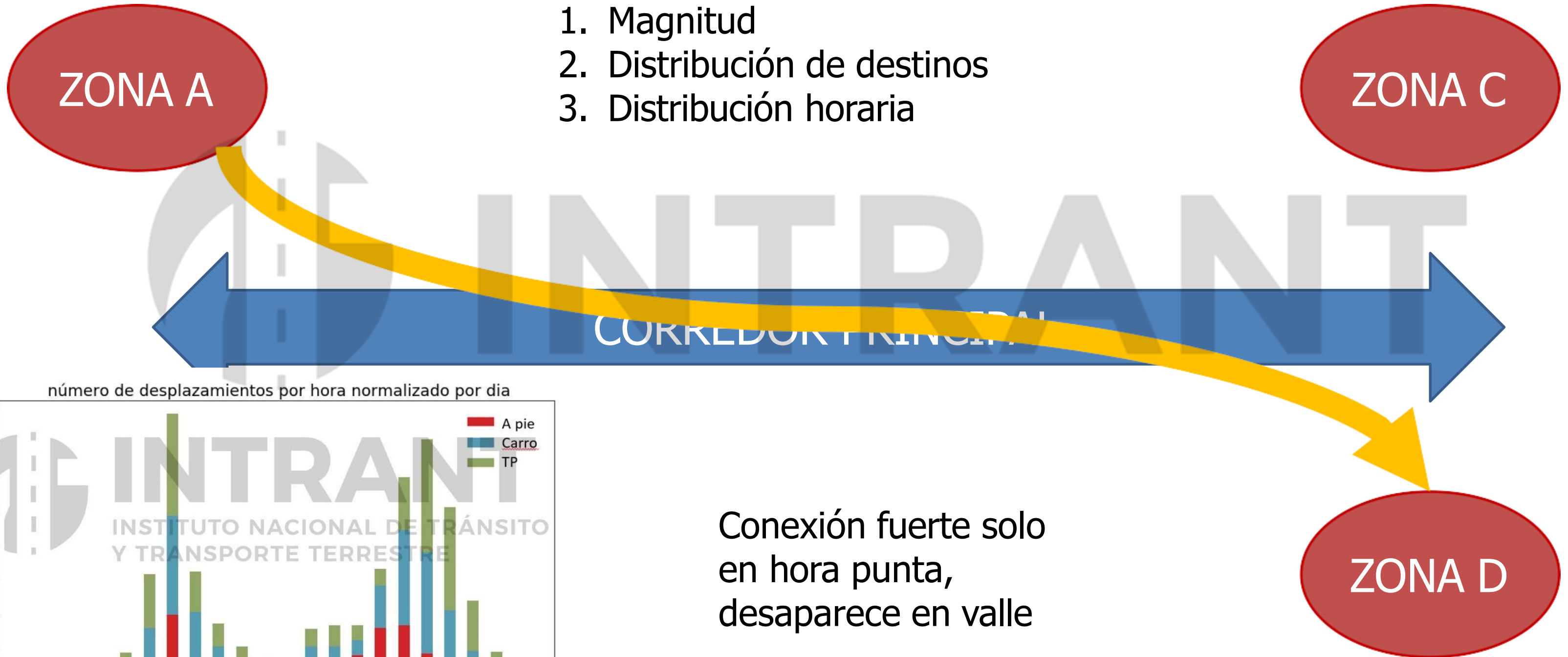
1. Magnitud
2. Distribución de destinos



4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

La demanda de viajes:

1. Magnitud
2. Distribución de destinos
3. Distribución horaria



Fuente: Diagnóstico PMUS 2018

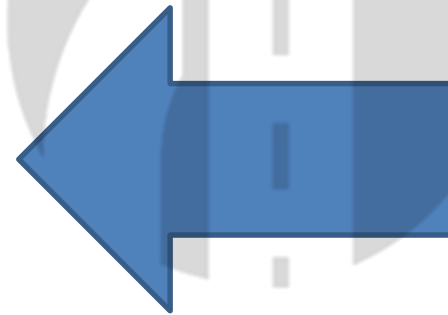
Conexión fuerte solo en hora punta, desaparece en valle

4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

Las características de las zonas:

1. Accesibilidad para vehículos

ZONA A



ZONA B



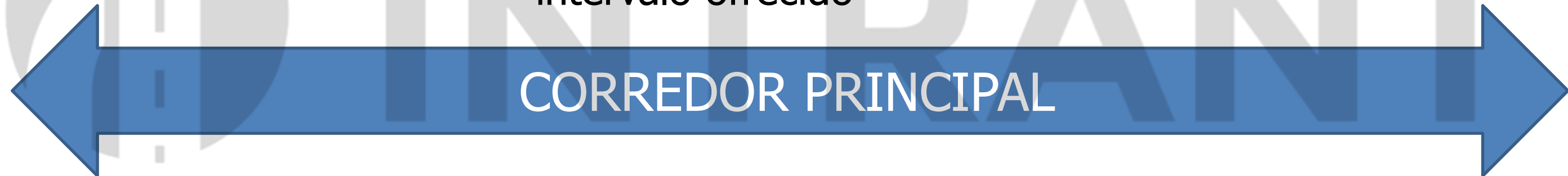
4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

Las características de las zonas:

1. Accesibilidad para vehículos
2. Tamaño de la zona
3. Concentración de los viajes en la zona
4. Tiempo del viaje en zona vs el intervalo ofrecido

ZONA A

ZONA C



ZONA B

ZONA D

4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

Las características del corredor:

1. Capacidad
2. Compensa el transbordo en el tiempo de viaje (velocidad en el corredor)

ZONA A

ZONA C

CORREDOR PRINCIPAL

ZONA B

ZONA D

- ✓ Carriles amplios
- ✓ Prioridad en intersecciones
- ✓ Carriles exclusivos
- ✓ Velocidad comercial alta
- ✓ Ascensos y descensos ágiles

4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

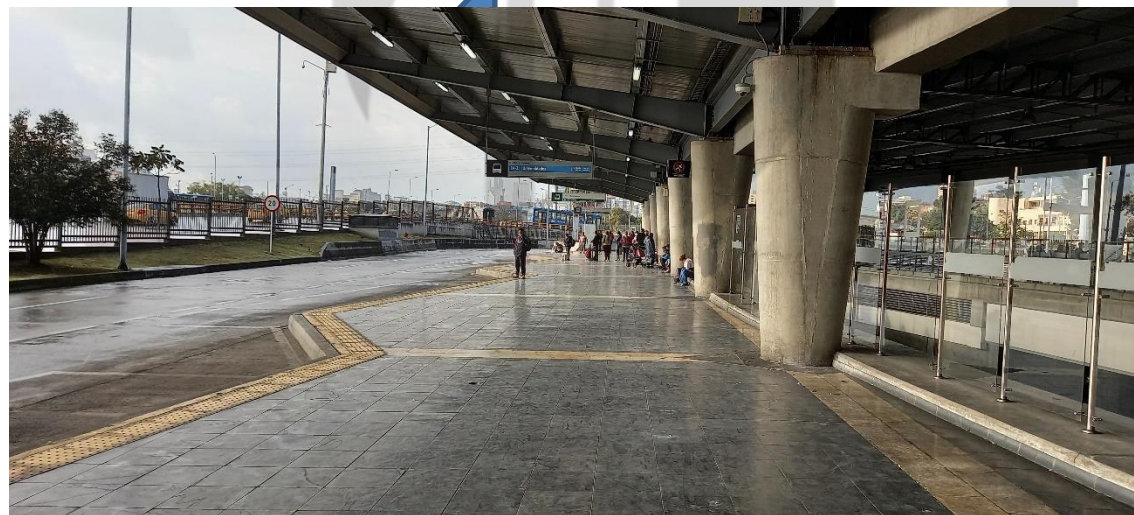
Las características del corredor:

1. Capacidad
2. Compensar el transbordo en el tiempo de viaje (velocidad en el corredor)
3. Instalaciones adecuadas para transbordar

ZONA A

ZONA C

CORREDOR PRINCIPAL



ZONA B



ZONA D



4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

Las características del corredor:

1. Capacidad
2. Compensar el transbordo en el tiempo de viaje (velocidad en el corredor)
3. Instalaciones adecuadas para transbordar
4. Se ofrece alguna comodidad adicional en el viaje

ZONA A

ZONA C

CORREDOR PRINCIPAL

ZONA B

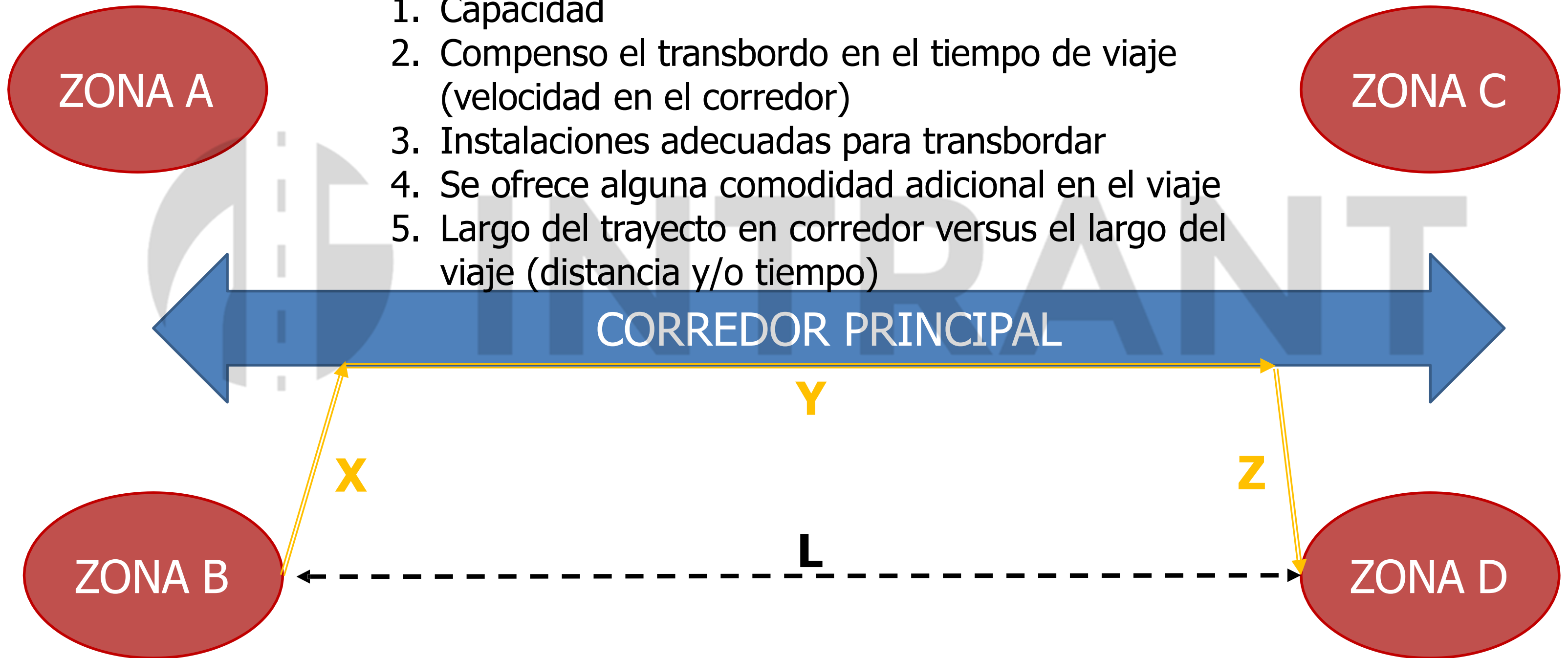
ZONA D

- Ir sentado
- Aire acondicionado
- Baja ocupación

4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

Las características del corredor:

1. Capacidad
2. Compensa el transbordo en el tiempo de viaje (velocidad en el corredor)
3. Instalaciones adecuadas para transbordar
4. Se ofrece alguna comodidad adicional en el viaje
5. Largo del trayecto en corredor versus el largo del viaje (distancia y/o tiempo)

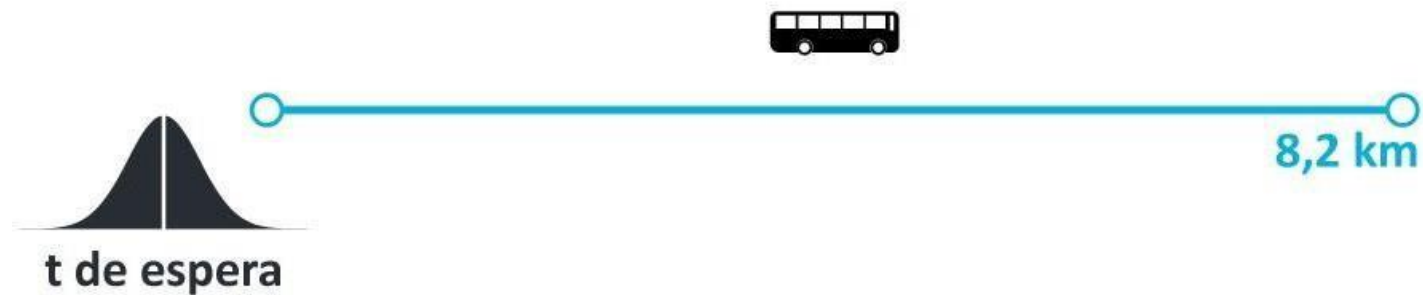


$$X + Y + Z \gg L$$

Con trasbordo

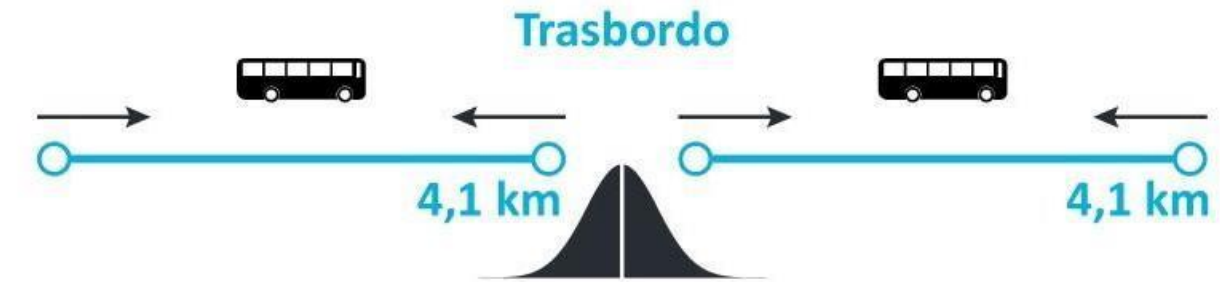



Sin trasbordos



Compensar tiempo de trasbordo

Reducción tiempo dentro del bus



-  Carriles exclusivos
- Carriles preferenciales
- Inversión en infraestructura

Reducción tiempo de espera



GTFS Estática o Dinámica - Ubicación en tiempo real

Inversión en infraestructura

Zonas de trasbordo



4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

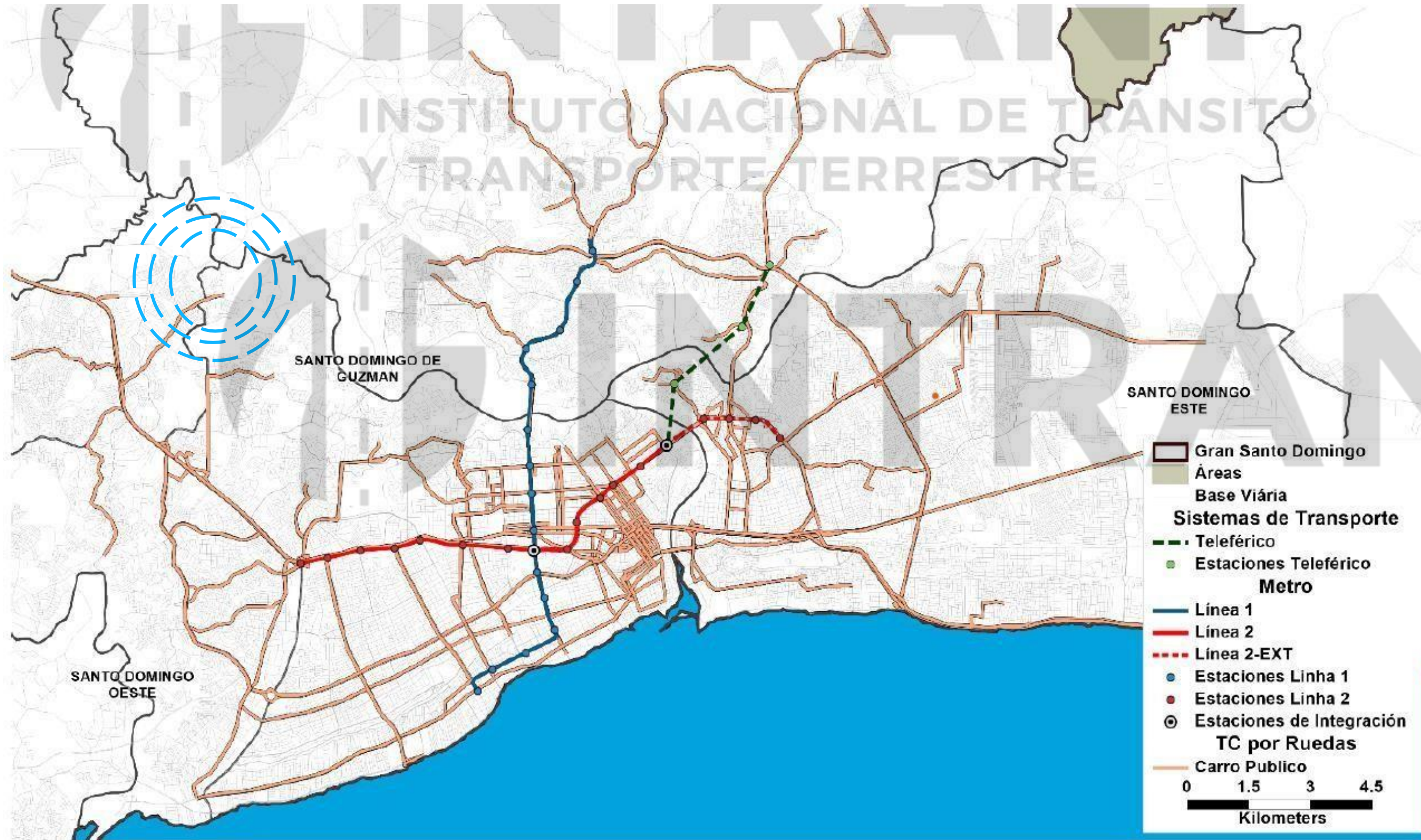


Ilustración 29 – Cobertura de las líneas del modo Carro Concho en la Región Metropolitana de Santo Domingo

4. Sobreposición de rutas y concurrencia de servicios

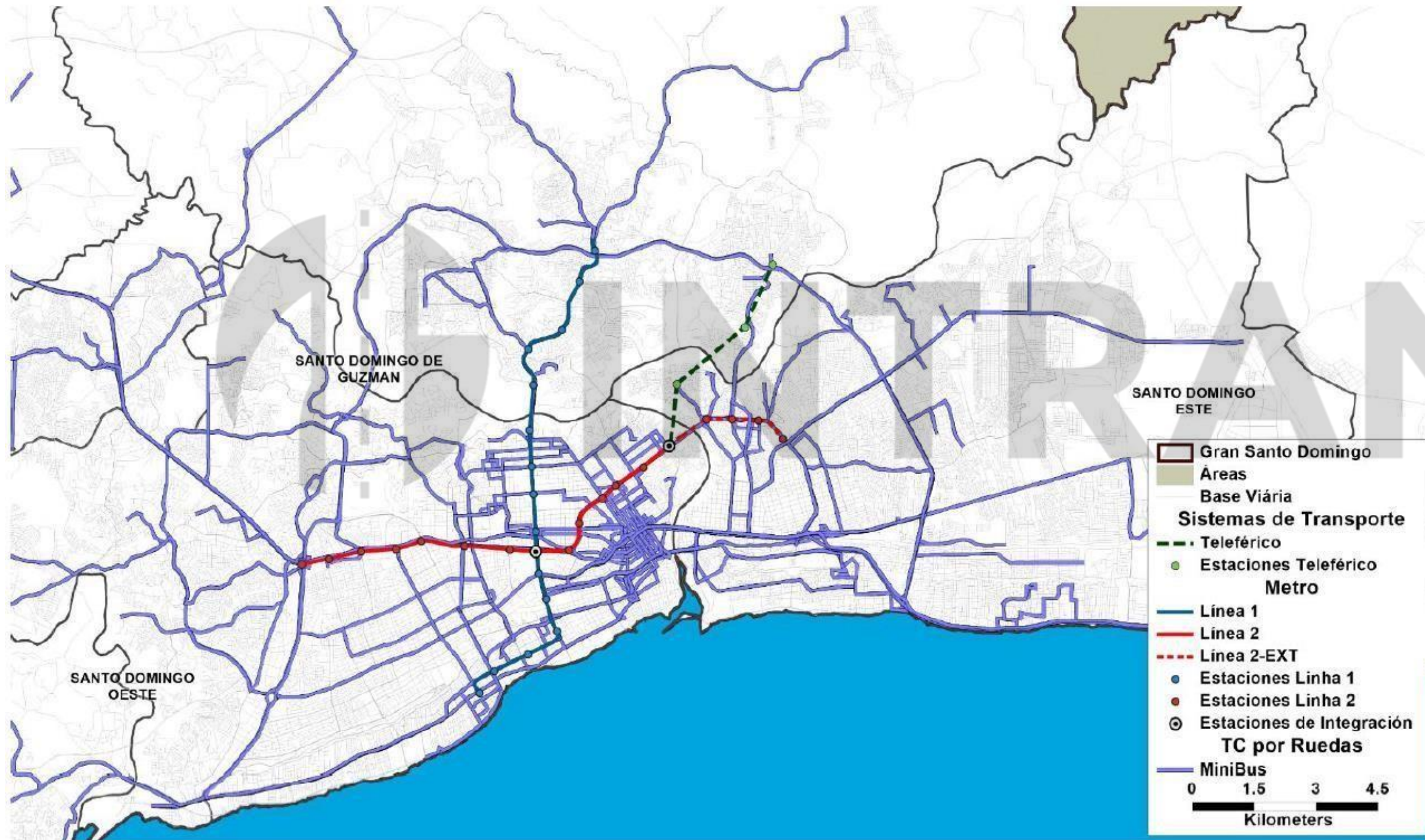
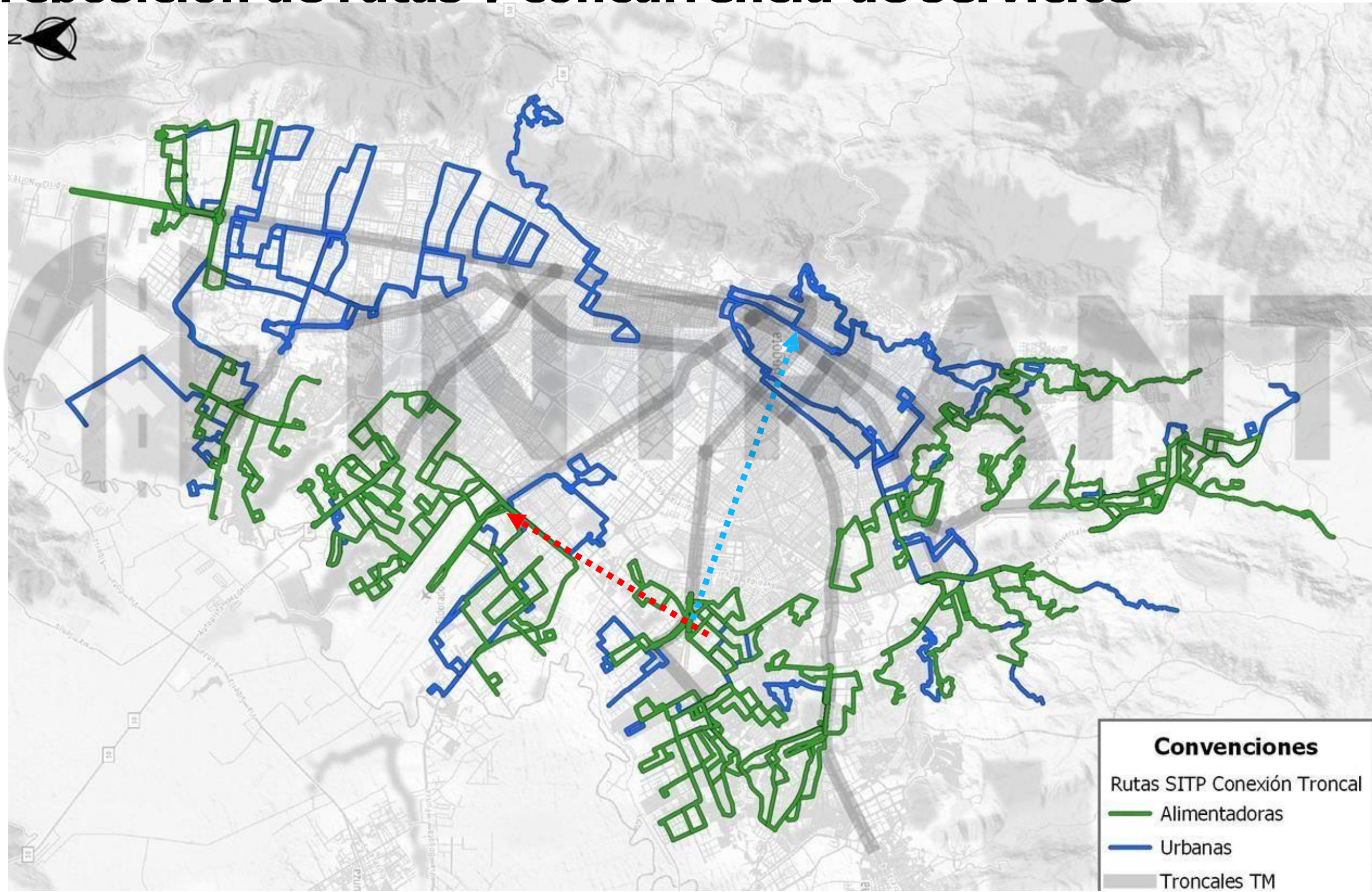


Ilustración 27 - Cobertura de las líneas de los modos Mini y Microbús en la Región Metropolitana de Santo Domingo

4. Sobreposición de rutas v concurrencia de servicios

CASO SITP





INSUMOS PARA ELABORACIÓN DE PLAN DE SERVICIOS OPERACIONALES



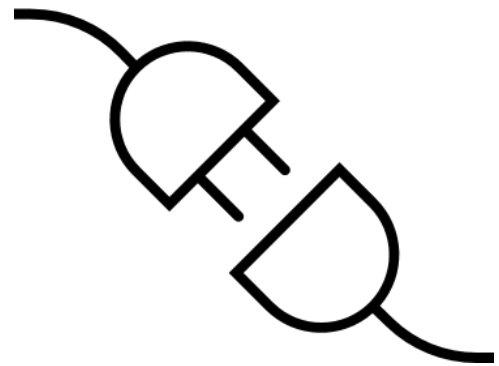
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



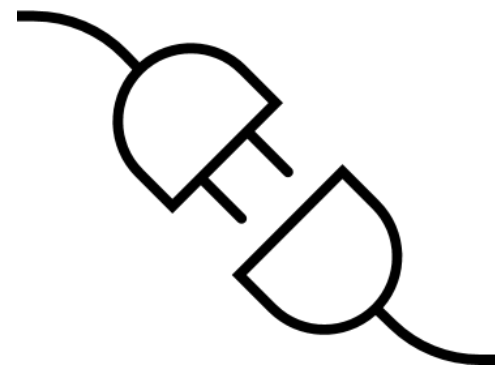
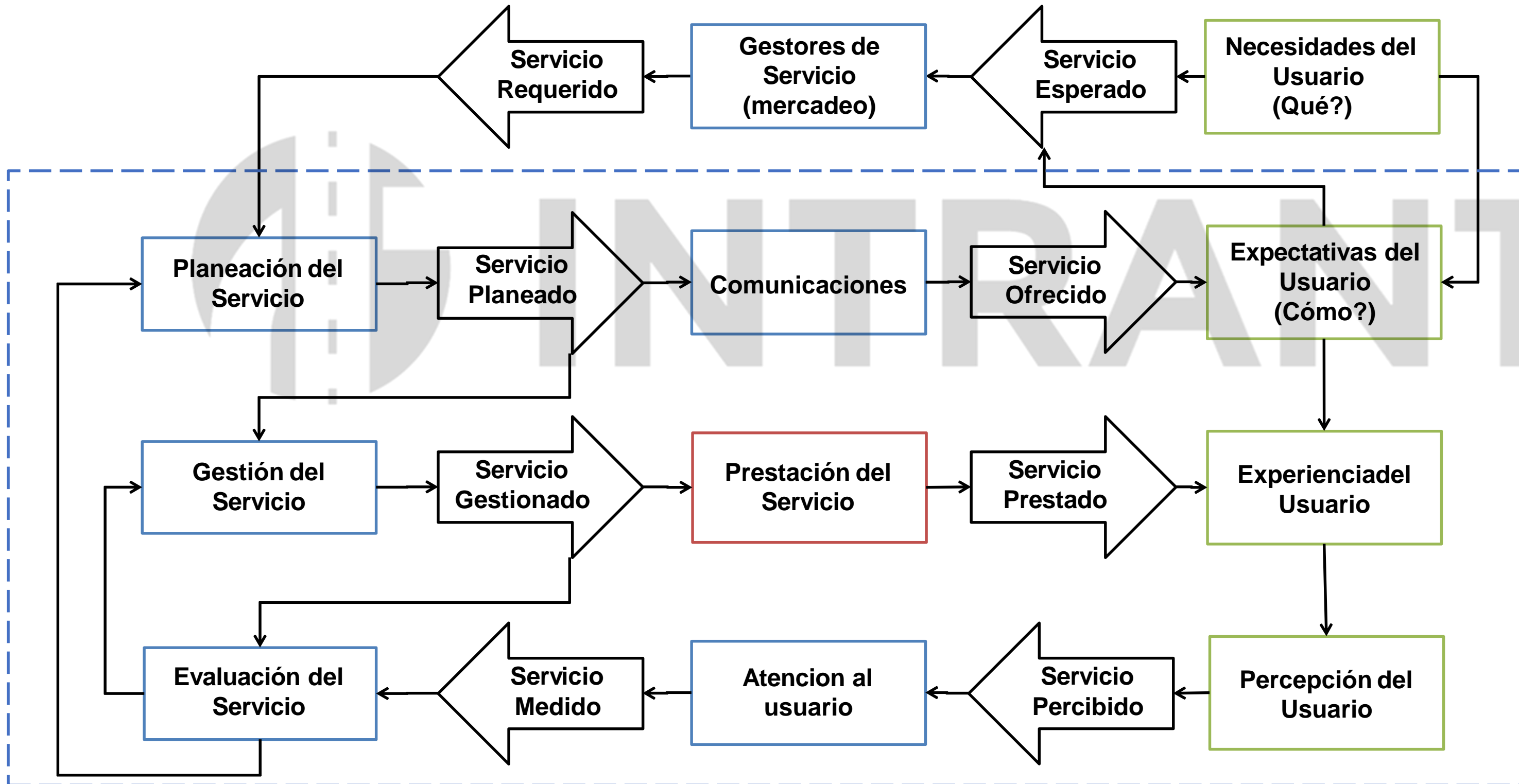
En este tema responderemos:

Ya teniendo el esquema operacional y los indicadores generales, ¿Cómo lo vamos acercando a la operación?

 **INTRANT**



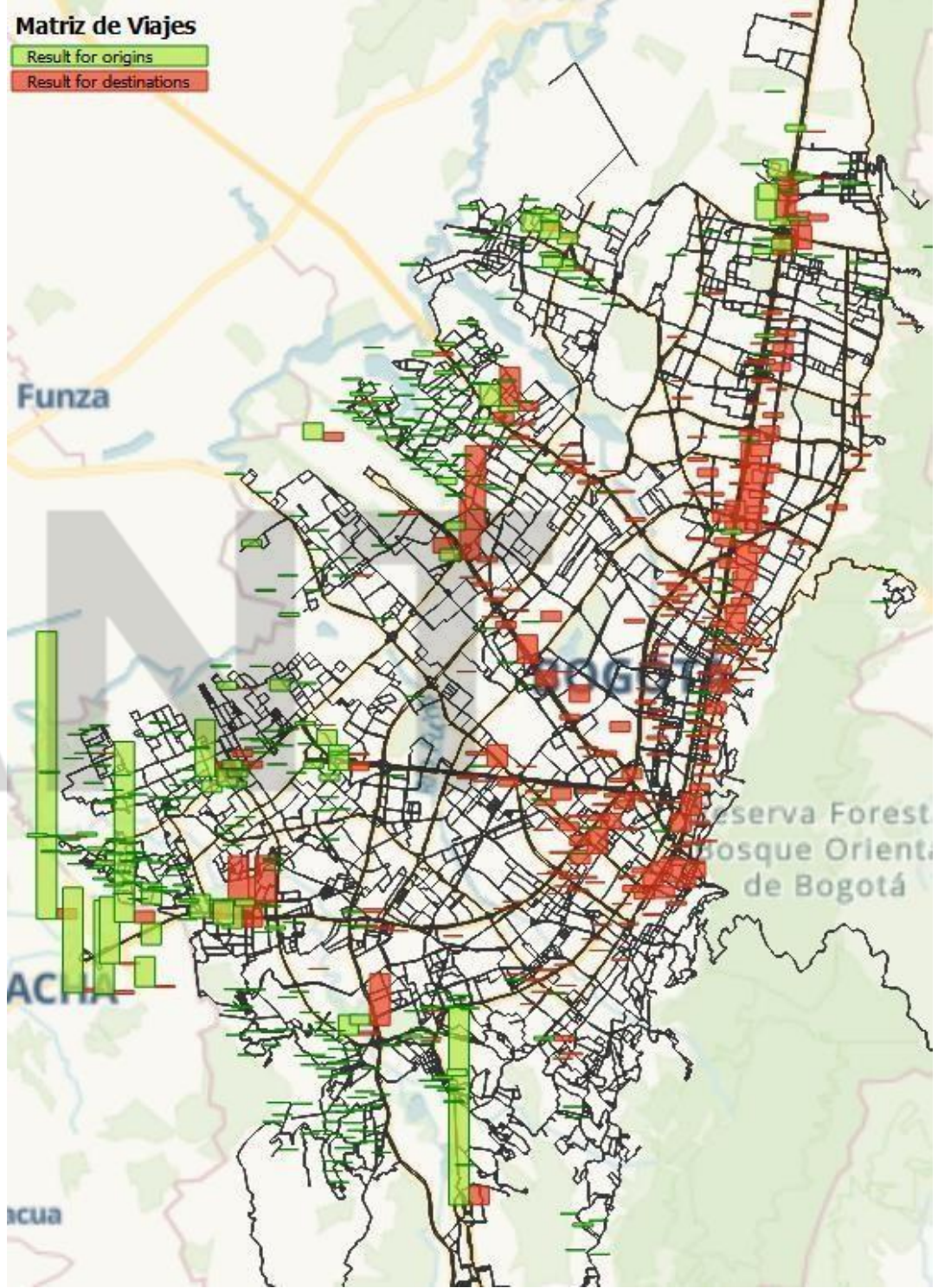
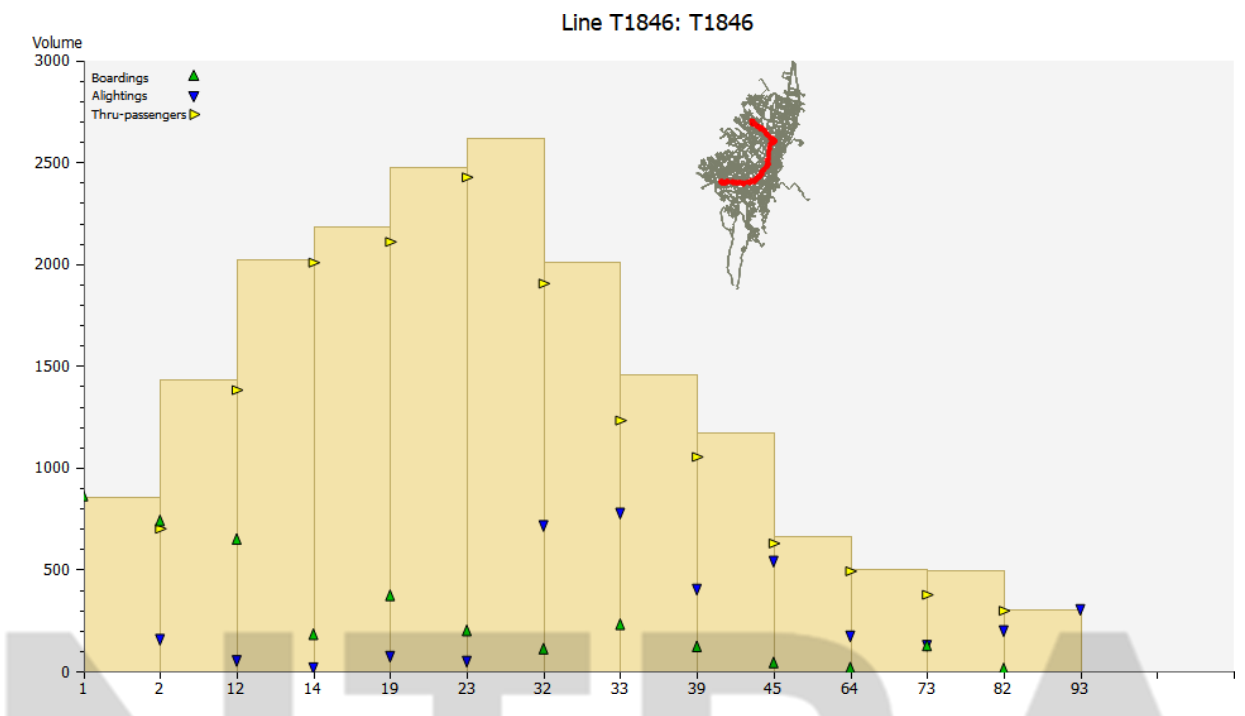
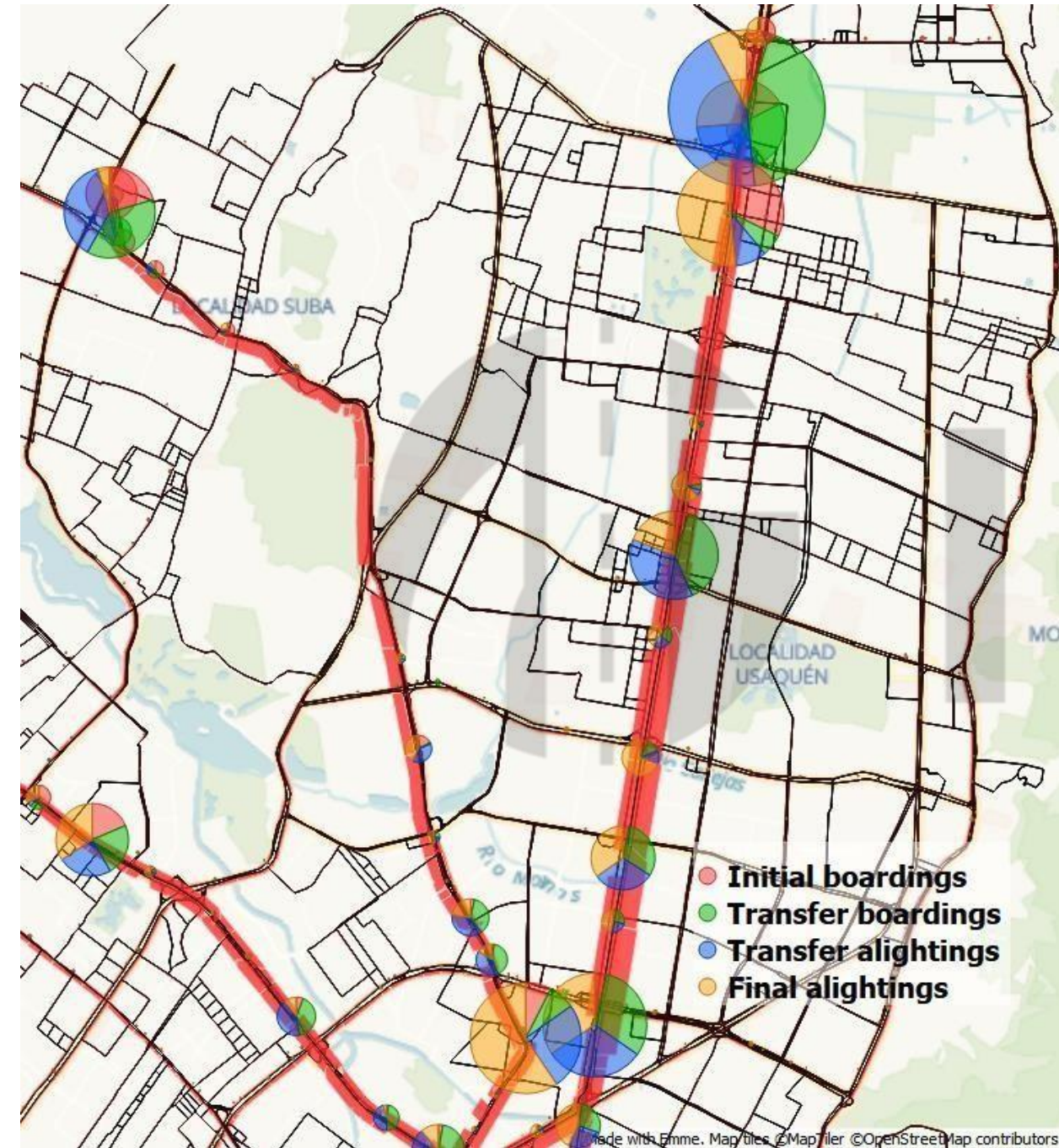
Ahora sí, apliquemos esta estructura



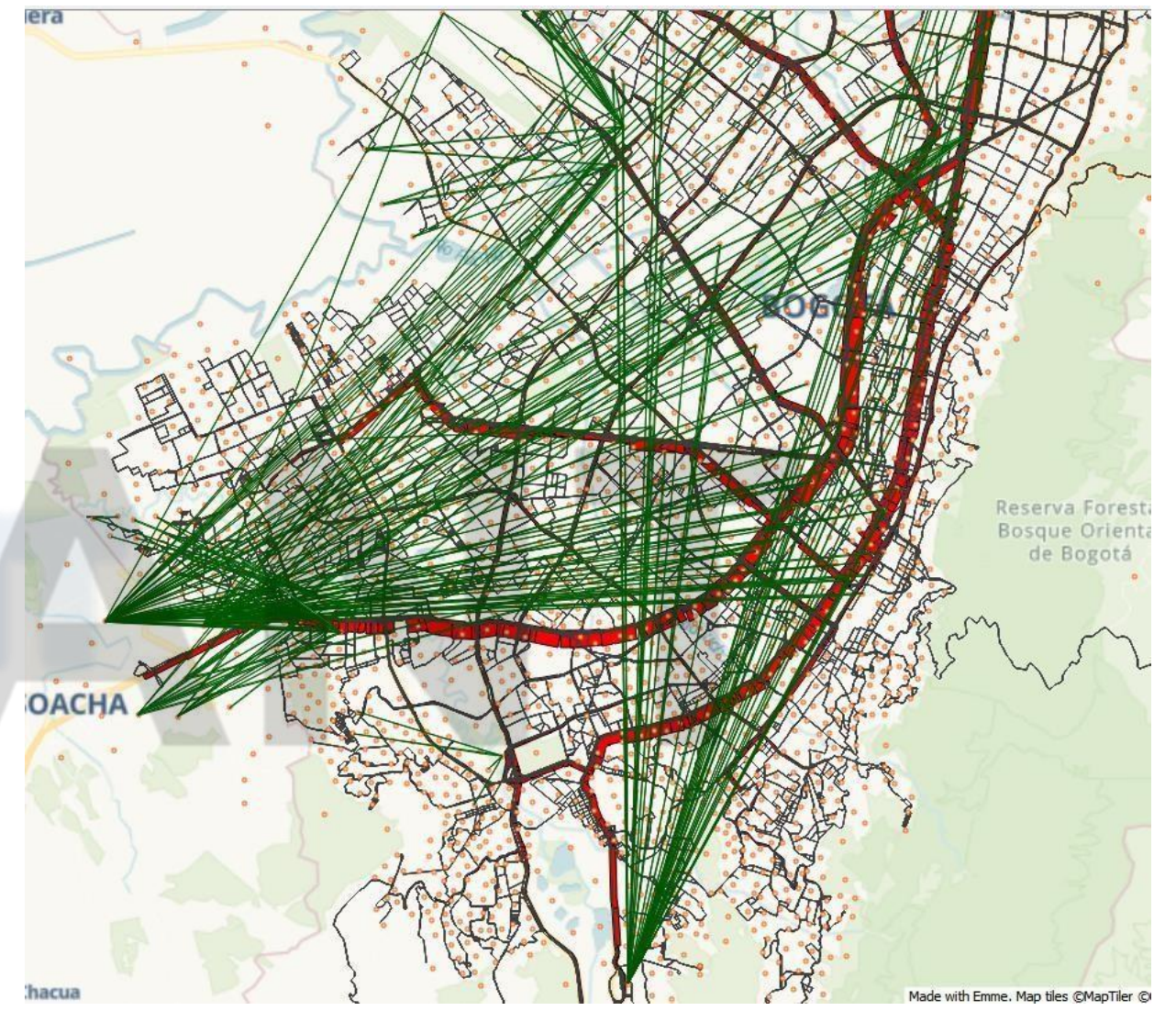
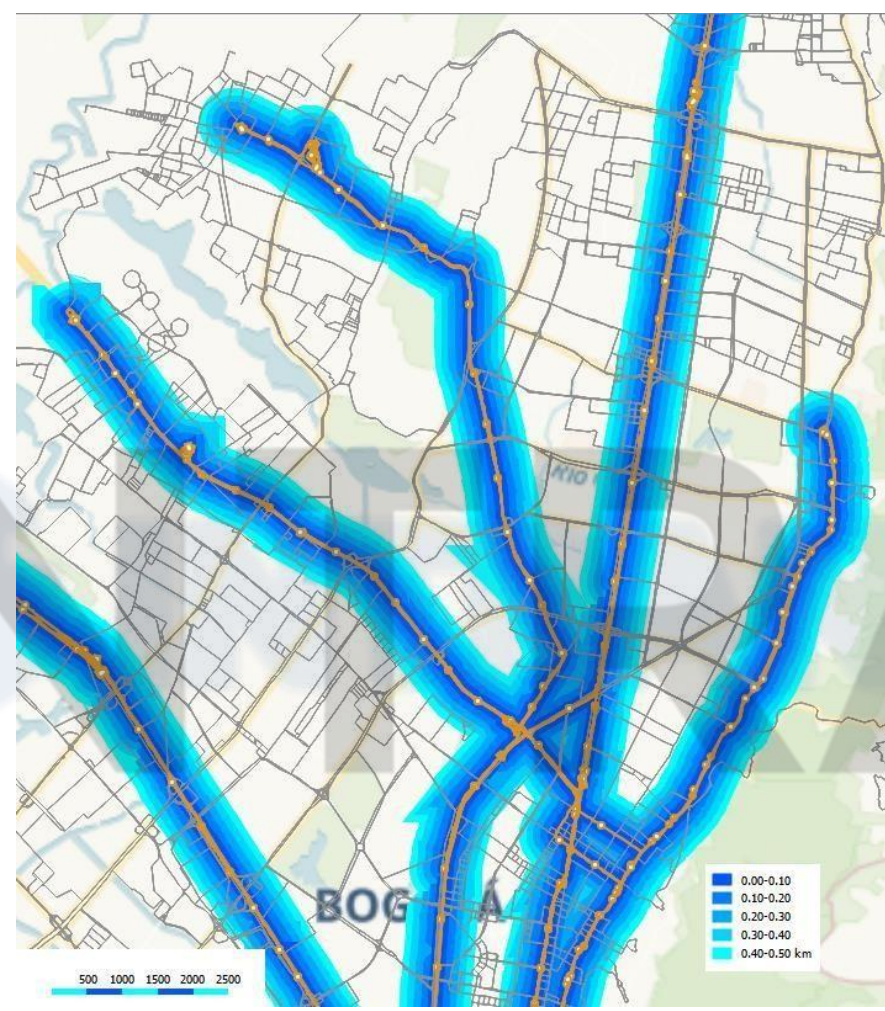
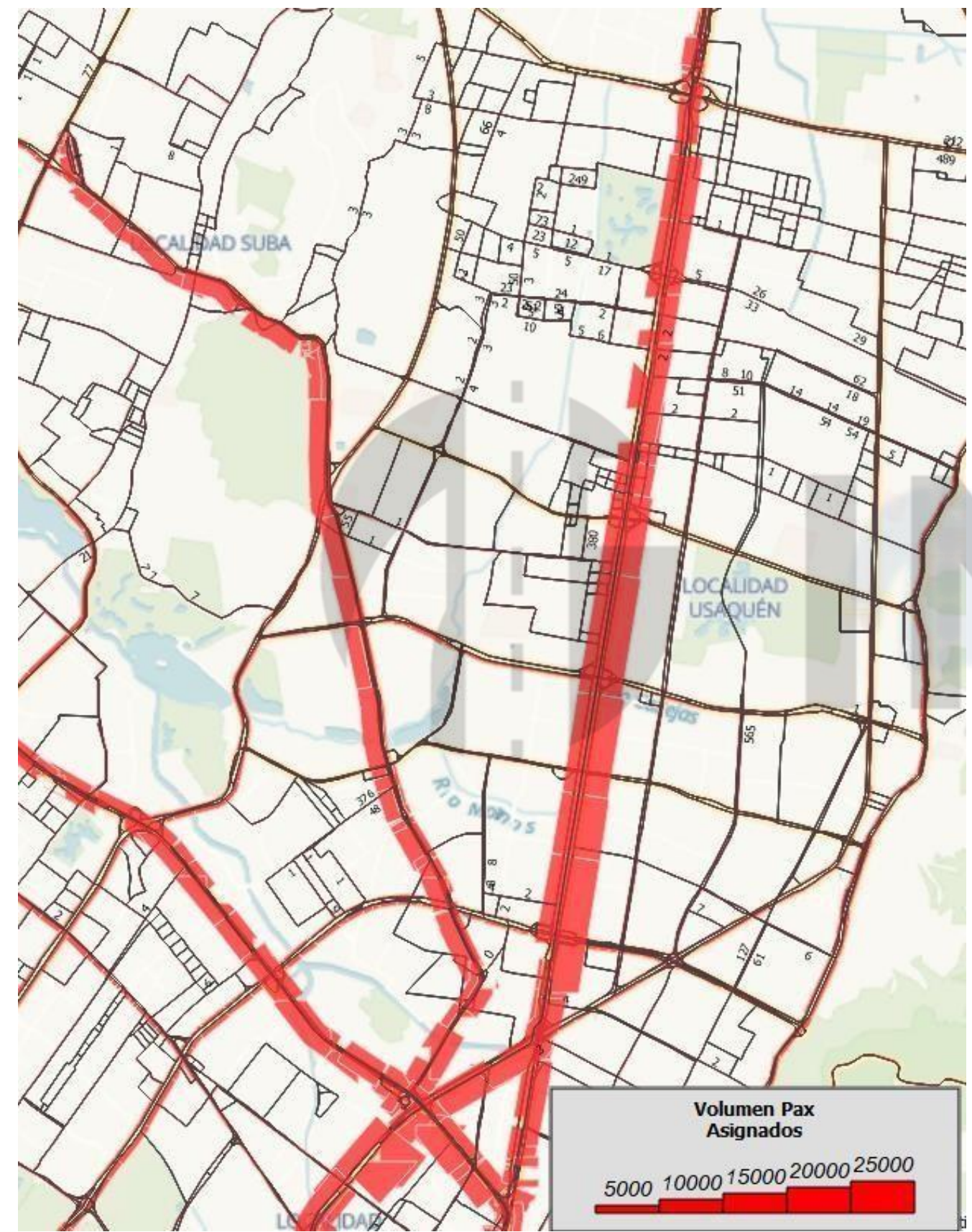
Proponer métodos y procedimientos para la obtención de los planes de servicio operacional, la identificación y procesamiento de sus insumos con el fin de reflejar en la operación la calidad del servicio ofertado.

1. Definición de esquema operacional
2. Definición de rutas y servicios
3. Análisis oferta versus demanda
4. Plan de servicio operacional

CRITERIOS Y DIMENSIONAMIENTO PARA DISEÑOS DE SERVICIOS



CRITERIOS Y DIMENSIONAMIENTO PARA DISEÑOS DE SERVICIOS



1. Definición de esquema operacional

Estructura de servicios

Esquema de delegación

Integración del sistema



2. Definición de rutas y servicios

Ejercicio

- Realizar un diseño operacional con el fin de calcular los parámetros operacionales de las rutas.

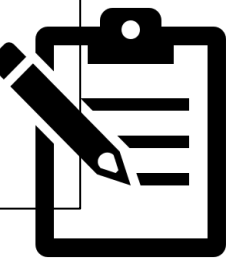
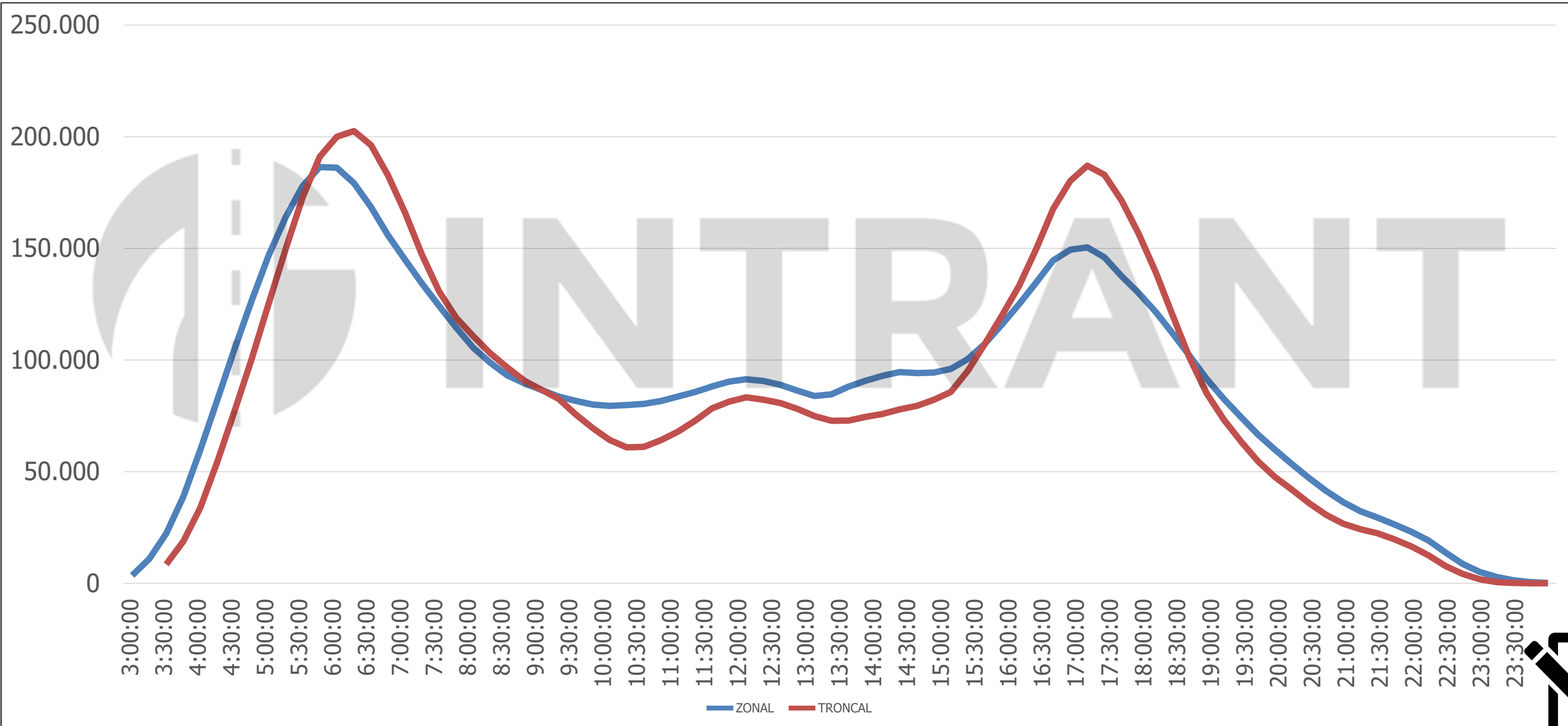
Ruta	Demanda Ida	Demanda Vuelta	Longitud (Km)	Velocidad Promedio (km/h)
1	364	1560	85,3	15,3
2	87	546	43,3	16,3

Tipología	Capacidad (pas)
BUS CORTO	40
BUS	50
PADRÓN	80

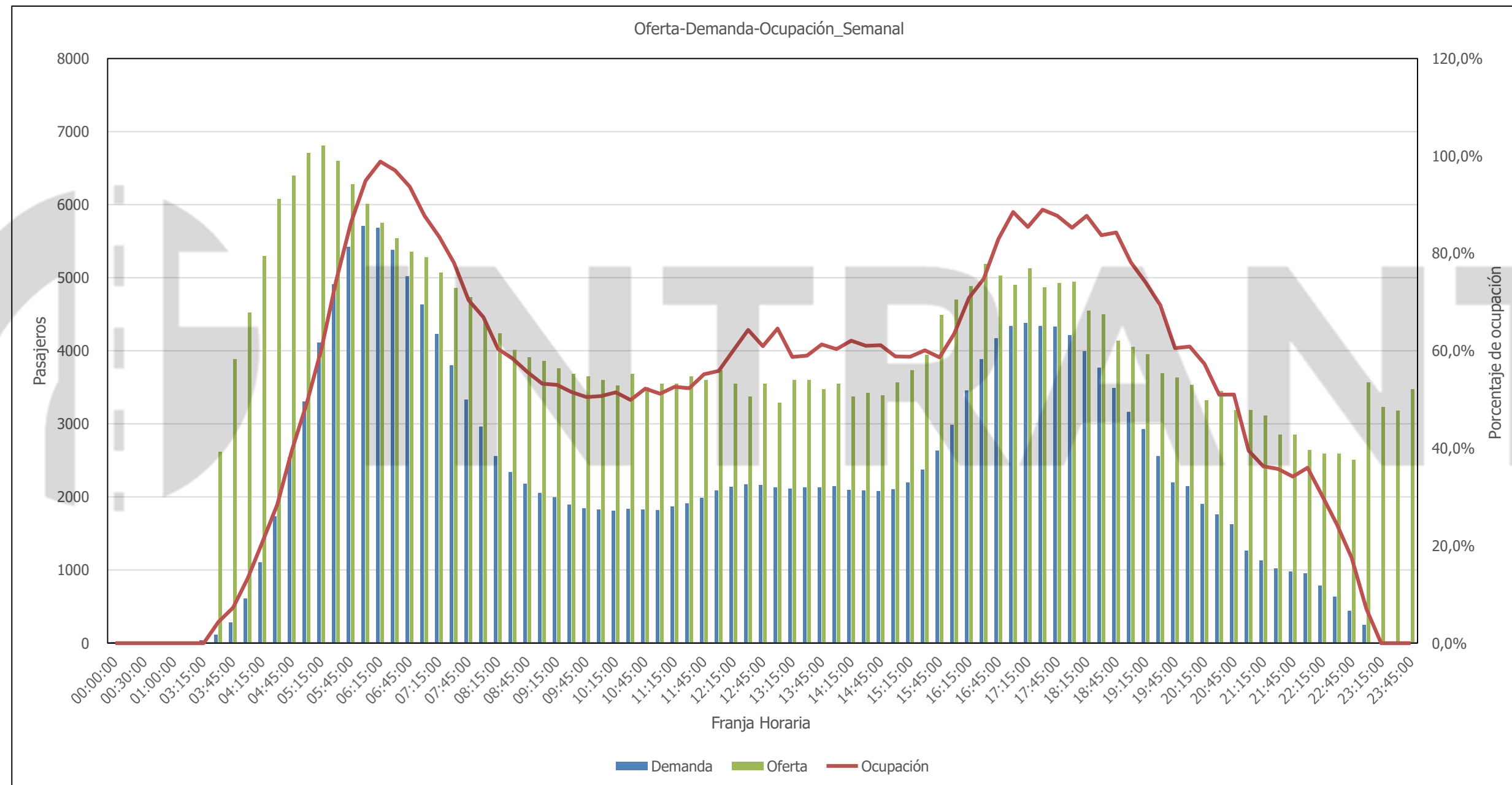
OCUPACION:	80%
INT. MAX:	10



Comportamiento de la demanda



3. Análisis oferta versus demanda



4. Plan de servicio de operación

Pasar de un diseño, a una programación que permita la ejecución de la operación:

- Definición de horarios para cada despacho comercial o intervalo
- Programación con software especializado, donde se define la tarea de cada vehículo



INDICADORES Y SOPORTE TÉCNICO PARA PROYECCIONES DE INVERSIONES DEL SISTEMA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

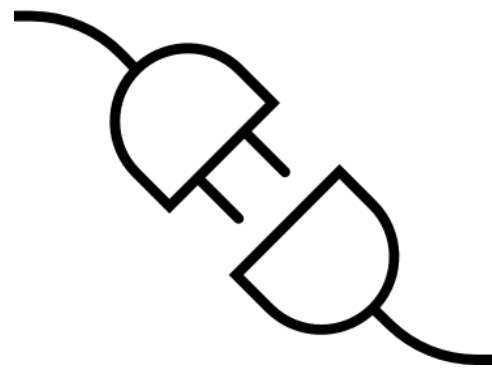


En este tema responderemos:

Y de esto que planeamos, ¿Cuáles son los costos? ¿Cuáles son los ingresos? ¿cómo afectan posibles proyectos futuros?



INTRANT



Identificar los principales indicadores para el monitoreo y evaluación del desempeño de un sistema de transporte público, así como los lineamientos técnicos de planificación para las proyecciones de oferta y demanda que permitan estimar en diferentes escenarios las inversiones financieras que soporten al sistema de transporte público.

1. Indicadores del servicio en sistemas integrados de transporte asociados al desempeño económico
2. Definición de escenarios de proyección, factores de expansión
3. Escenarios de evaluación

1. Indicadores del servicio en sistemas integrados de transporte asociados al desempeño económico

Índice de pasajeros por kilómetro en servicio (IPK)

Índice de pasajeros por vehículo (IPV)

Índice de kilómetros en servicio por vehículo (IKV)

ÍNDICES DE EFICIENCIA

IPK

Pasajeros Transportados /
Kilómetros Recorridos

- 3,53 (Troncal)
- 4,43 (Alimentación)
- 1,50 (Zonal)

IPV

Pasajeros Transportados /
Flota Promedio en Operación/
F.E. Mes a Día

- 688 (Troncal)
- 777 (Alimentación)
- 253 (Zonal)

IKV

Kilómetros Recorridos /
Flota Promedio en Operación/ F.E.
Mes a Día

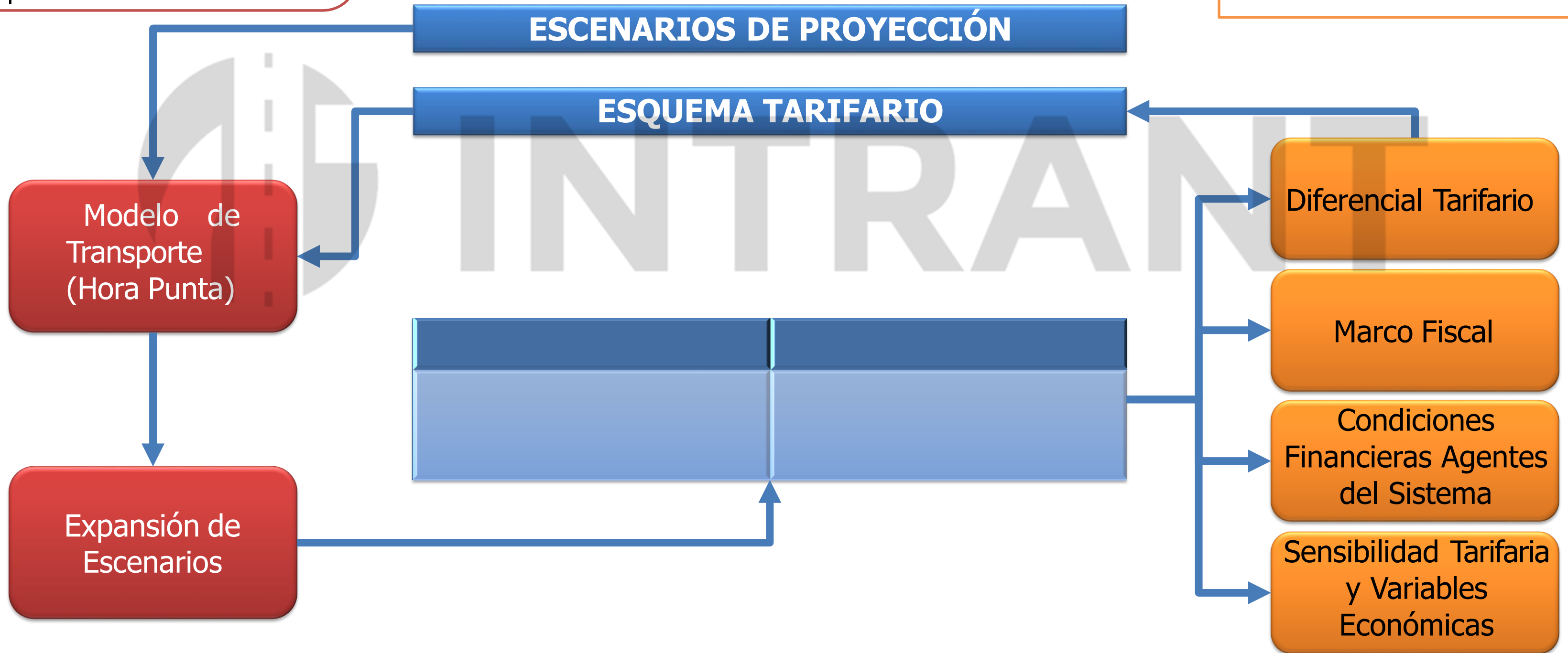
- 195 (Troncal)
- 175 (Alimentación)
- 169 (Zonal)

EQUIPO TÉCNICO

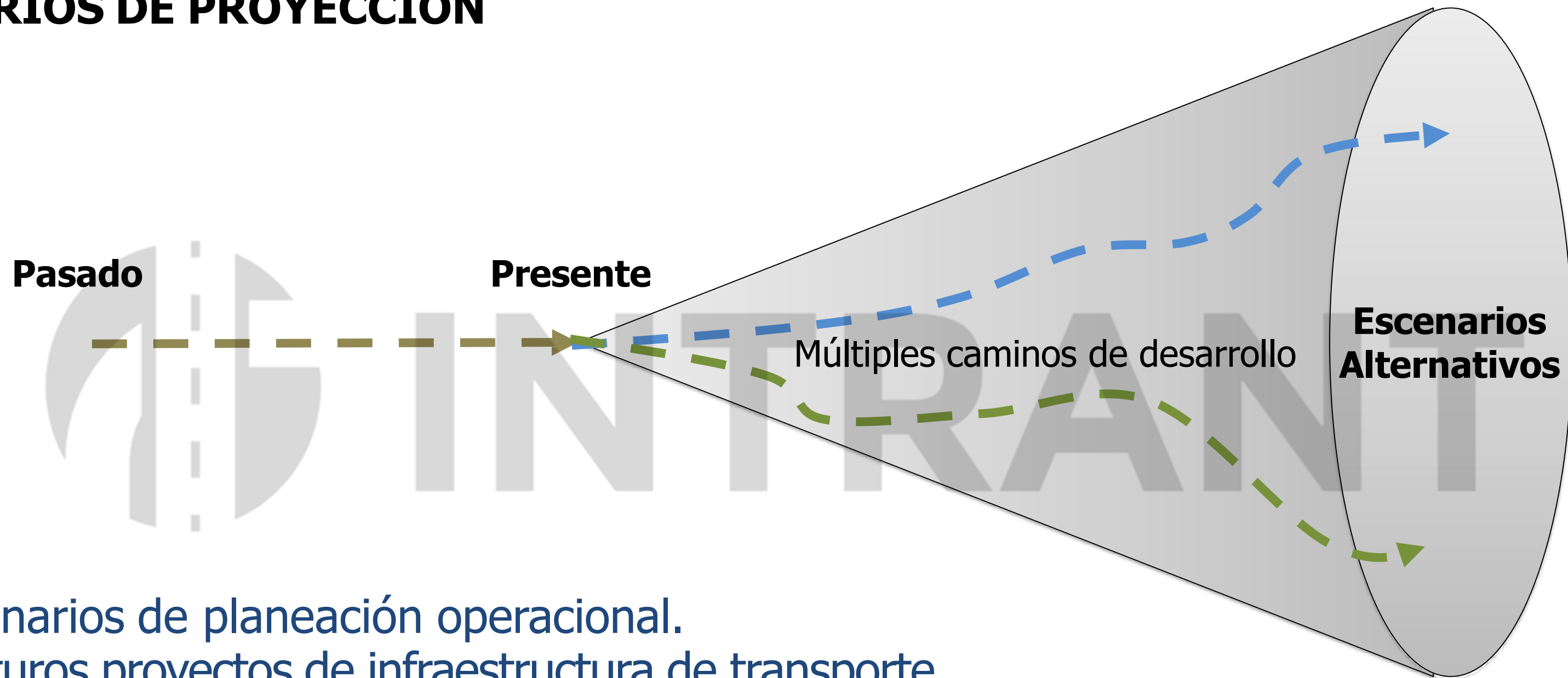
- Recopilar información operacional
- Establece cambios a corto, mediano y largo plazo en la operación del Sistema

EQUIPO ECONÓMICO

- Análisis de los impactos económicos y financieros

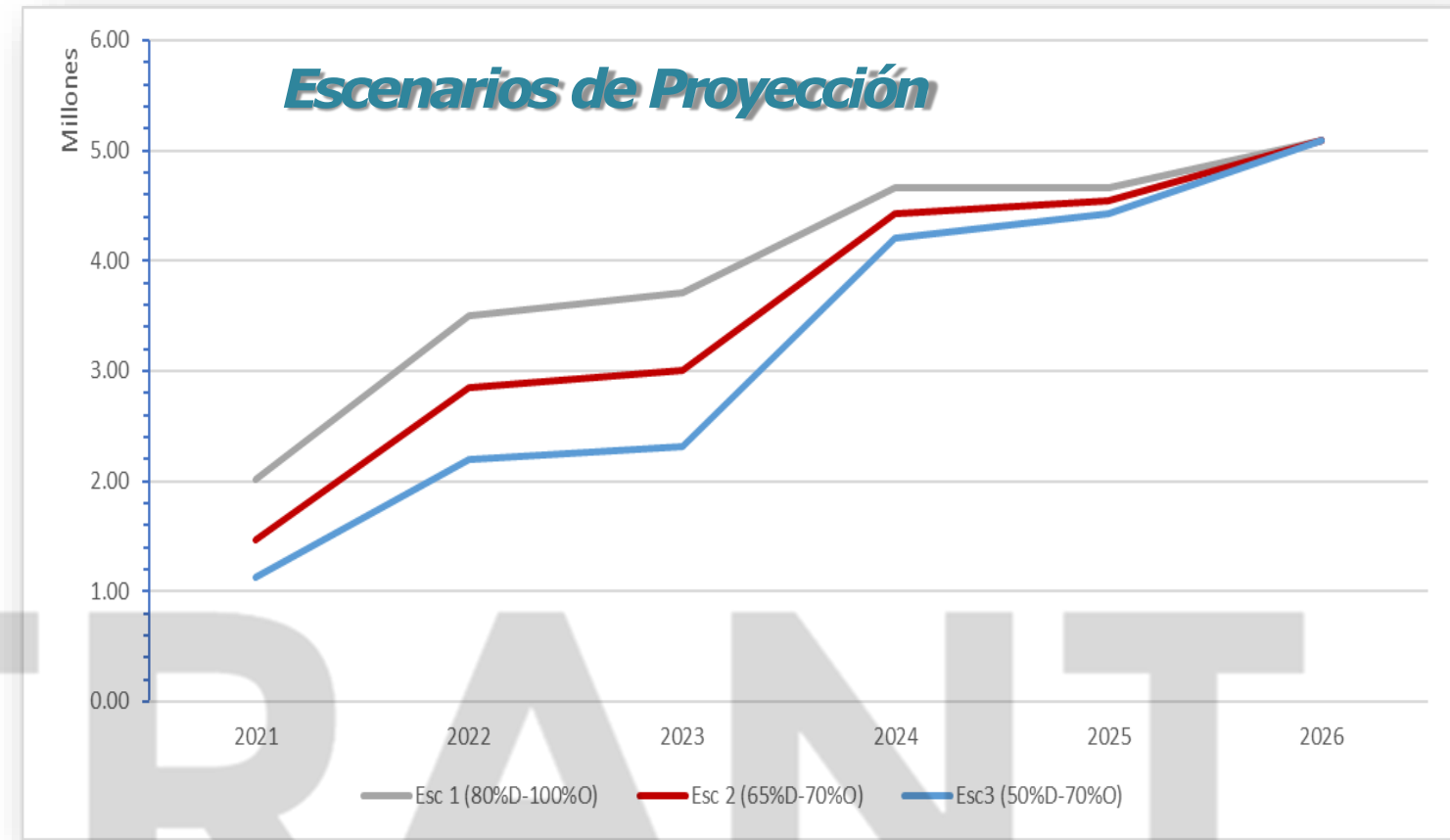
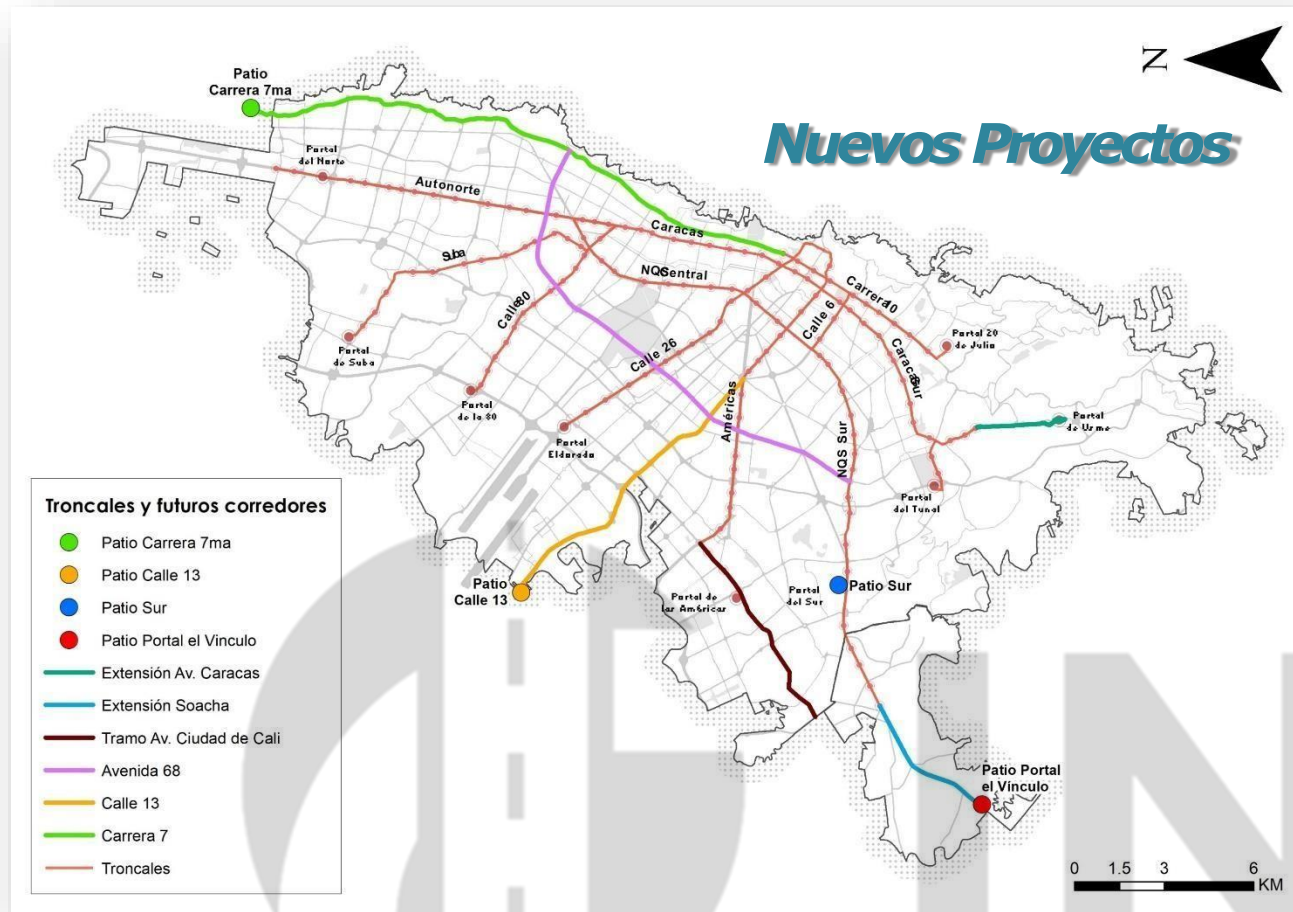


ESCENARIOS DE PROYECCIÓN



Escenarios de planeación operacional.

- Futuros proyectos de infraestructura de transporte.
- Nuevos servicios.
- Proyecciones de desarrollo urbano.
- Diferentes estimaciones de demanda.



¡MUY PRONTO! | INFOSITP BOGOTÁ

Nuevas rutas zonales para Suba

Los servicios serán operados con móviles Euro VI de la operadora E-Masivo 16

1	C134	TIBABUYES	2	C149	BILBAO
	A134	PQ. CENTRAL BAVARIA		L149	EST. AV 1 DE MAYO
3	C151	TIBABUYES	4	C153	SUBA LA GAITANA
	A151	CENTRO		A153	CENTRO
5	C154	SUBA NOGALES	6	C138	BILBAO
	F154	PUENTE ARANDA		B138	CEDRITOS
7	C137	SUBA CORPAS	8	C144	BILBAO
	G137	METROVIVIENDA		B144	CLÍNICA EL BOSQUE
9	C145	BILBAO			
	B145	SAN CRISTÓBAL NTE.			

Ampliación de Cobertura

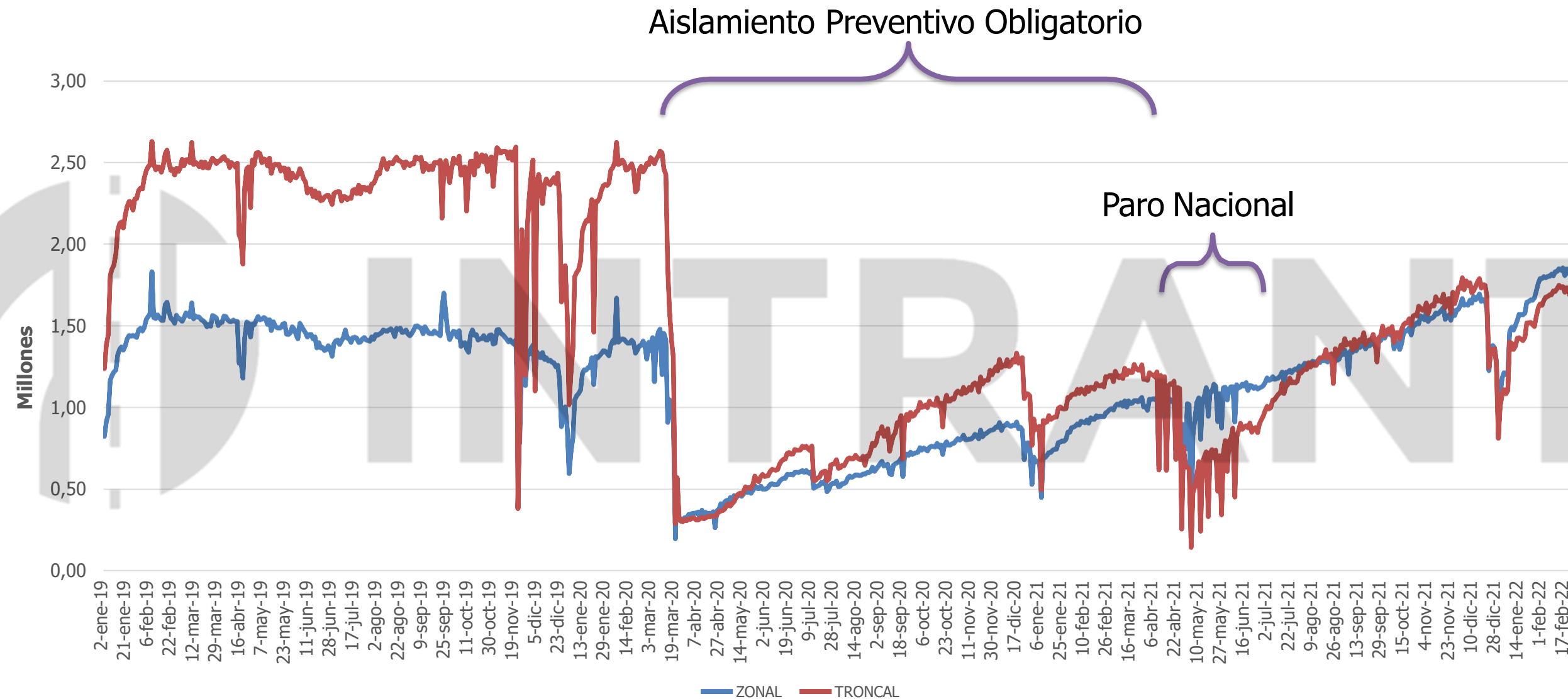


Nuevos Modos de Transporte



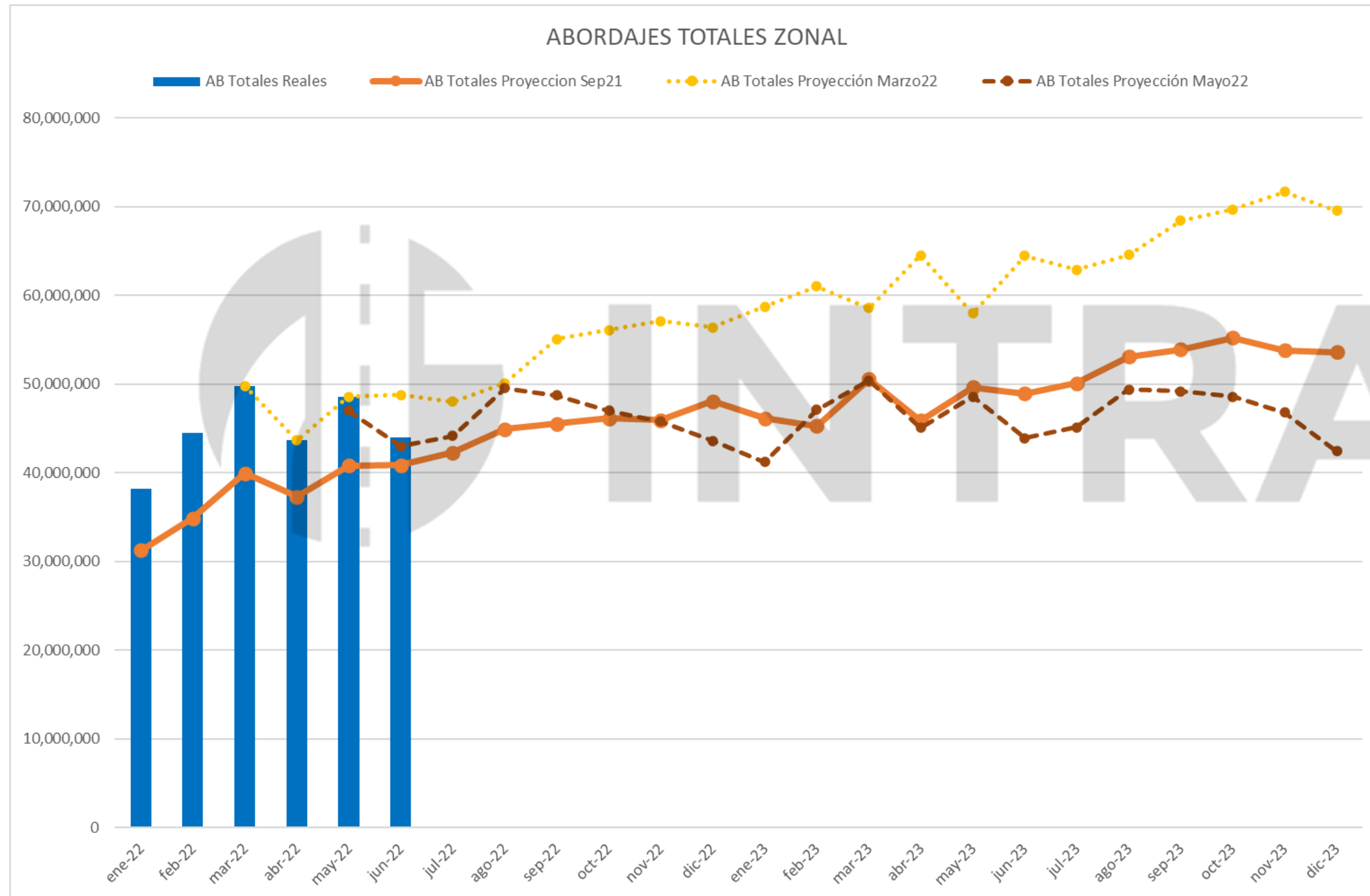
IMPACTO DE LA PANDEMIA EN LA DEMANDA DEL SISTEMA

Demanda Diaria del Sistema 2019 - 2022



- La llegada de la pandemia impidió usar modelos de proyección de demanda a partir de valores históricos.
- Alta incertidumbre los primeros meses al desconocer el impacto y el tiempo en que se mantendrían las normas por la emergencia sanitaria (La emergencia sanitaria se levantó en Colombia el pasado 30 de junio de 2022)

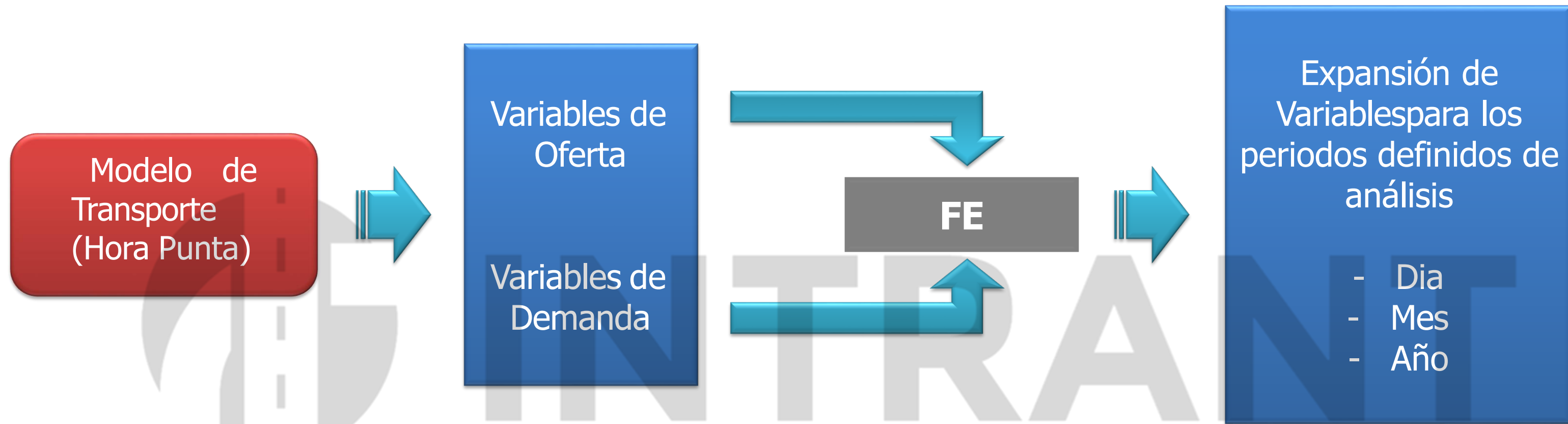
IMPACTO DE LA PANDEMIA EN LA DEMANDA DEL SISTEMA



Las proyecciones realizadas en Septiembre de 2021 subestimaron el comportamiento de la demanda de los servicios zonales al compararlos con los valores reales del primer semestre de 2022.

La proyección realizada en mayo de 2022, permitía inferir un crecimiento de la demanda de los servicios zonales durante el resto del año, pero al actualizar las proyecciones en mayo de 2022, el comportamiento cambió y ahora se observa que la demanda llegó a su crecimiento máximo.

EXPANSIÓN DE ESCENARIOS



$$FE, v_{HP-Dia} = \frac{V_{dia}}{V_{HP*}}$$

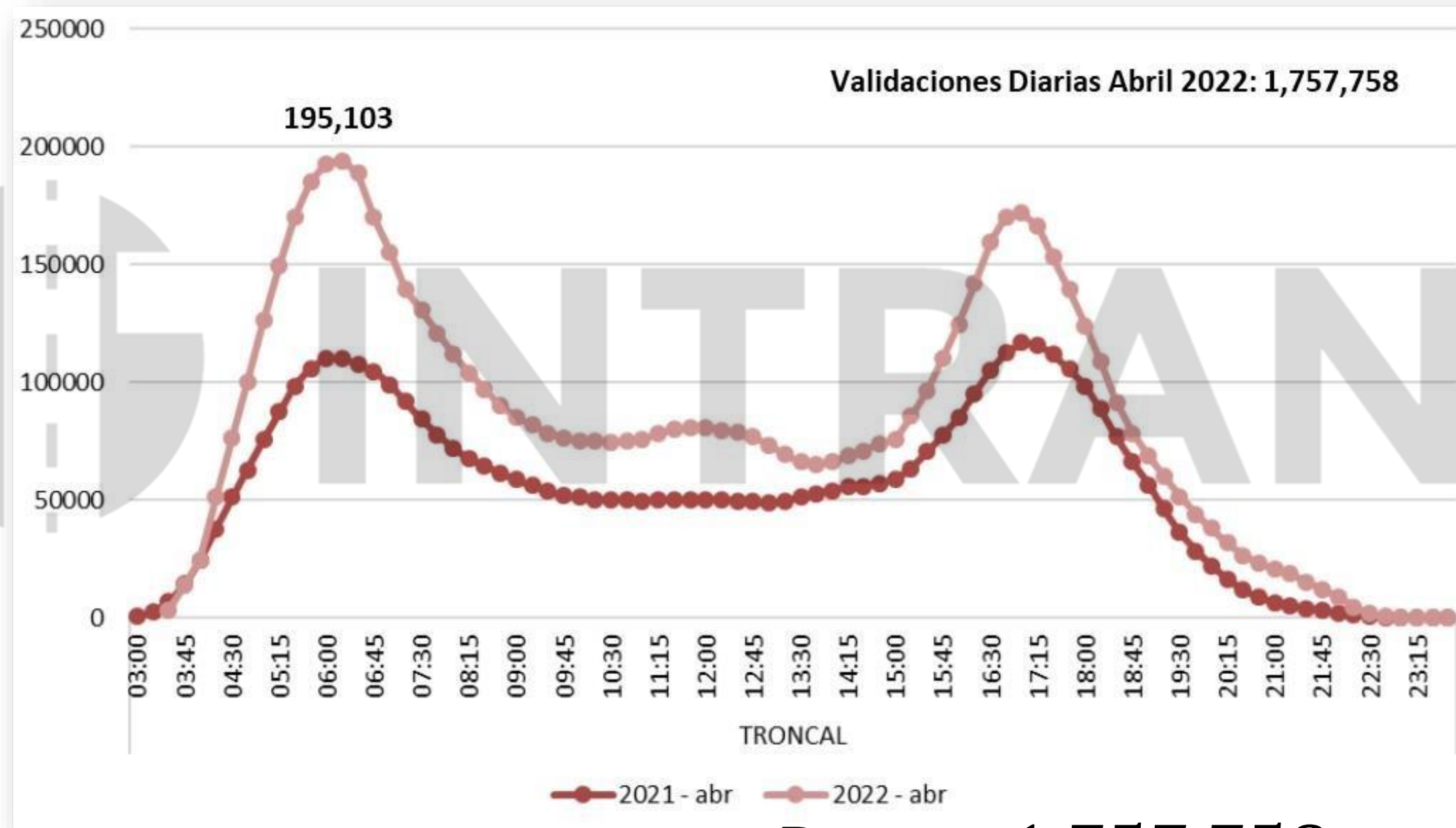
$$FE, v_{Dia-Mes} = FE, v_{HP-Dia} \times F_{Dia\ Habil\ Mes}$$

$$FE, v_{Dia-Año} = FE, v_{HP-Dia} \times F_{Dia\ Habil\ Año}$$



EXPANSIÓN DE ESCENARIOS

Factores de Expansión para demanda y kilómetros de Hora Pico a día.



$$FE_{HP-Di} = \frac{D_{dia}}{D_{HP}} = \frac{1,757,758}{195,103} = 9.01$$

EXPANSIÓN DE ESCENARIOS

Factores de día hábil (F_{dia})

Factor	sábado	festivo	hábil
Troncal	0.689	0.282	1.000

Factores de Expansión para demanda de día a mes.

Junio 2022

Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado
			1	2	3	4
			Hábil	Hábil	Hábil	Sábado
5	6	7	8	9	10	11
Festivo	Hábil	Hábil	Hábil	Hábil	Hábil	Sábado
12	13	14	15	16	17	18
Festivo	Hábil	Hábil	Hábil	Hábil	Hábil	Sábado
19	20	21	22	23	24	25
Festivo	Festivo	Hábil	Hábil	Hábil	Hábil	Sábado
26	27	28	29	30		
Festivo	Festivo	Hábil	Hábil	Hábil		

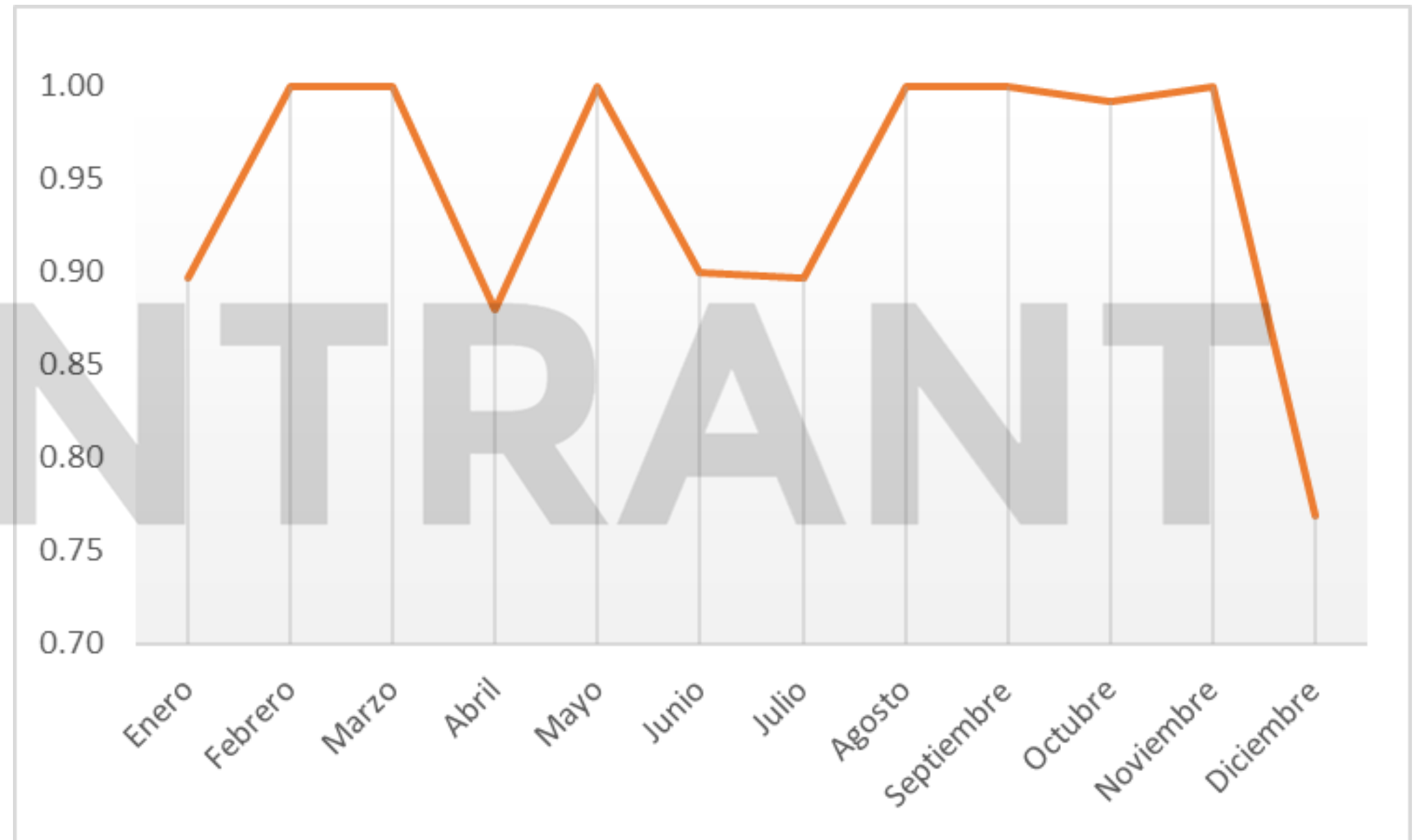
Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado
			1	2	3	4
			1.000	1.000	1.000	0.689
5	6	7	8	9	10	11
0.282	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.689
12	13	14	15	16	17	18
0.282	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.689
19	20	21	22	23	24	25
0.282	0.282	1.000	1.000	1.000	1.000	0.689
26	27	28	29	30		
0.282	0.282	1.000	1.000	1.000		

$$F_{Dia\ Habil\ Mes} = \boxed{?} F_{dia} = 24.45$$

EXPANSIÓN DE ESCENARIOS

Factores de Estacionalidad

mes	Factor Estacionalidad
Enero	0.90
Febrero	1.00
Marzo	1.00
Abril	0.88
Mayo	1.00
Junio	0.90
Julio	0.90
Agosto	1.00
Septiembre	1.00
Octubre	0.99
Noviembre	1.00
Diciembre	0.77



Ingresos

Costos

Costos Fijos

Asociados a la Flota:

- Costo de inversión por vehículo
- Costos Administrativos
- Costos financieros, impuestos y seguros
- Costos de Conductores

Costos Variables

Asociados a los kilómetros operativos:

- Costos de Operación (combustibles, neumáticos, lubricantes)
- Costo de mantenimiento
- Costos de Gestión de Flota (Programación)

Costos Fijos

Costos Variables

Rentabilidad

Abordajes Iniciales

Transferencias



Costo/mes/bus (\$)	Padrón	Bus	Bus Corto
CAPEX	198.217	158.189	126.551
Matricula	18	18	14
Impuesto Vehículo	9.071	7.298	5.839
Lavado diario	7.216	5.726	4.581
Serv. Estacion lavado, engrase y petrolizado	535	445	356
Seguros	33.242	25.351	20.281
Revision Tecnico Mecanica	340	340	272
SOAT	1.010	1.010	808
Conductores	75.331	69.196	55.357
Personal de mantenimiento	4.386	3.301	2.641
Mantenimiento ITS / Infraestructura de carga	6.911	6.911	5.529
Gastos Administrativos Operador	21.326	21.326	21.326
Total Costos Fijos por mes	357.603	299.111	243.554
Total Costos Fijos día	11.920	9.970	8.118

Costo /km (\$)	Padrón	Bus	Bus Corto
Combustible	6,7	6,0	4,8
Lubricante Motor	0,1	0,1	0,1
Aceite Transmisión	0,1	0,1	0,1
Aceite Diferencial	0,1	0,1	0,1
Filtros y Refrigerante	0,6	0,6	0,5
Llantas	1,2	0,9	0,7
Mantenimiento	9,3	8,4	6,7
Total Costos Variables	18,16	16,10	12,88





CIERRE DEL MODULO



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



Que nos llevamos?



INTRANT

