

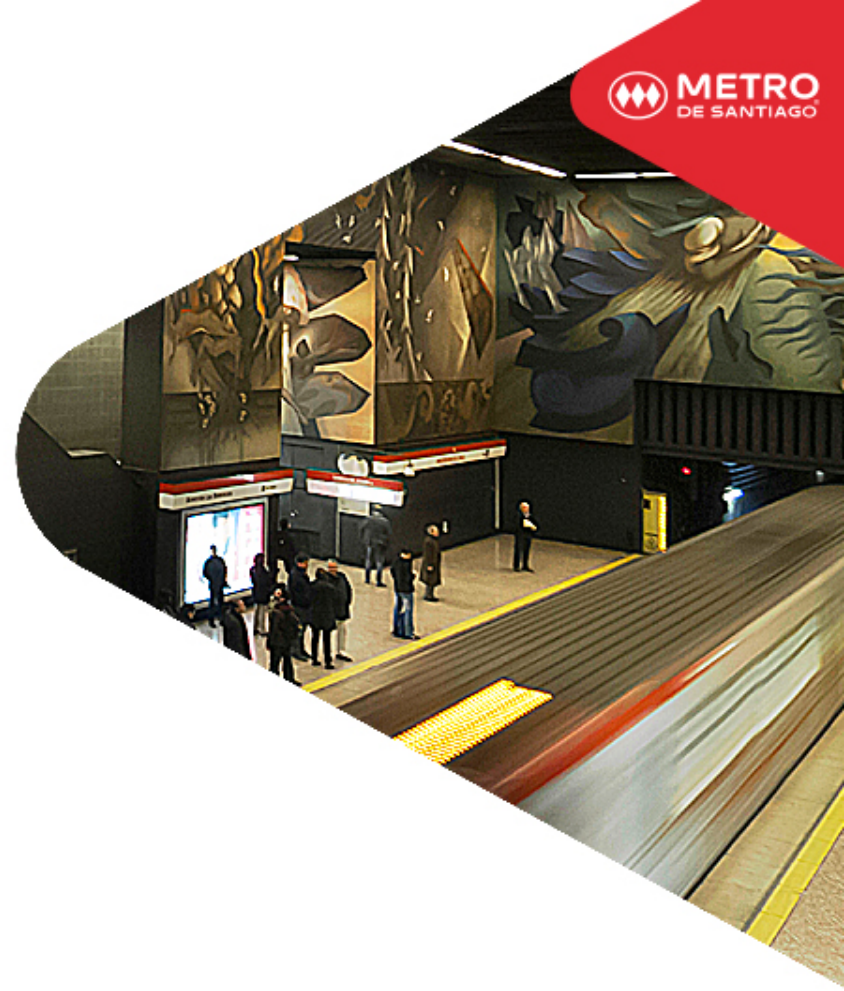
Comparación y validación de matrices origen-destino de viajes en Metro de Santiago obtenidas a partir de encuestas y transacciones de pago

Gerencia de Planificación y RR.II. – Metro de Santiago
CIMS3 – 30 Noviembre, 2016



Motivación

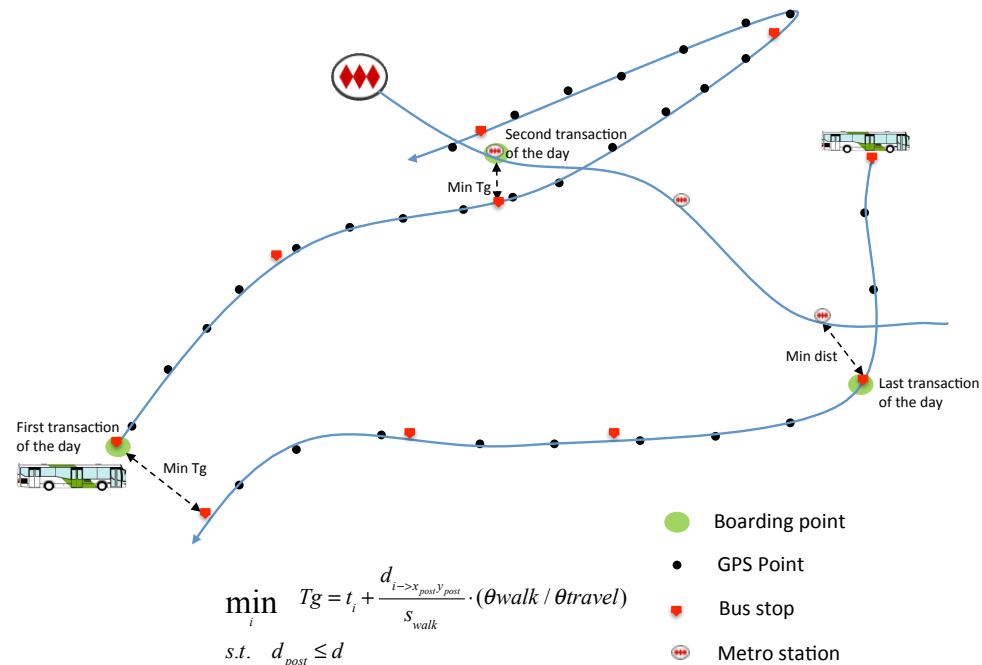
- Contar con una matriz OD es esencial para estudiar la demanda en un sistema de transporte público
 - Permite analizar aspectos operacionales en periodos determinados
 - Permite realizar una planificación adecuada de los sistemas en el corto y mediano plazo
- Actualmente, Metro de Santiago realiza anualmente una encuesta OD, pero...
 - La muestra de la encuesta contiene alrededor de 150.000 viajes (~6% del total de viajes en días laborales), en solo 8 periodos del día
 - Involucra un alto volumen de recursos humanos y monetarios



- En Santiago, una cantidad significativa de datos está disponible para caracterizar el sistema de transporte público
 - Tarjeta Bip!, que permite integración tarifaria entre buses y metro
 - Buses están equipados con sistemas GPS
- ➔ Es posible establecer el día, hora y posición geográfica para cada una de las transacciones en buses o estaciones de metro

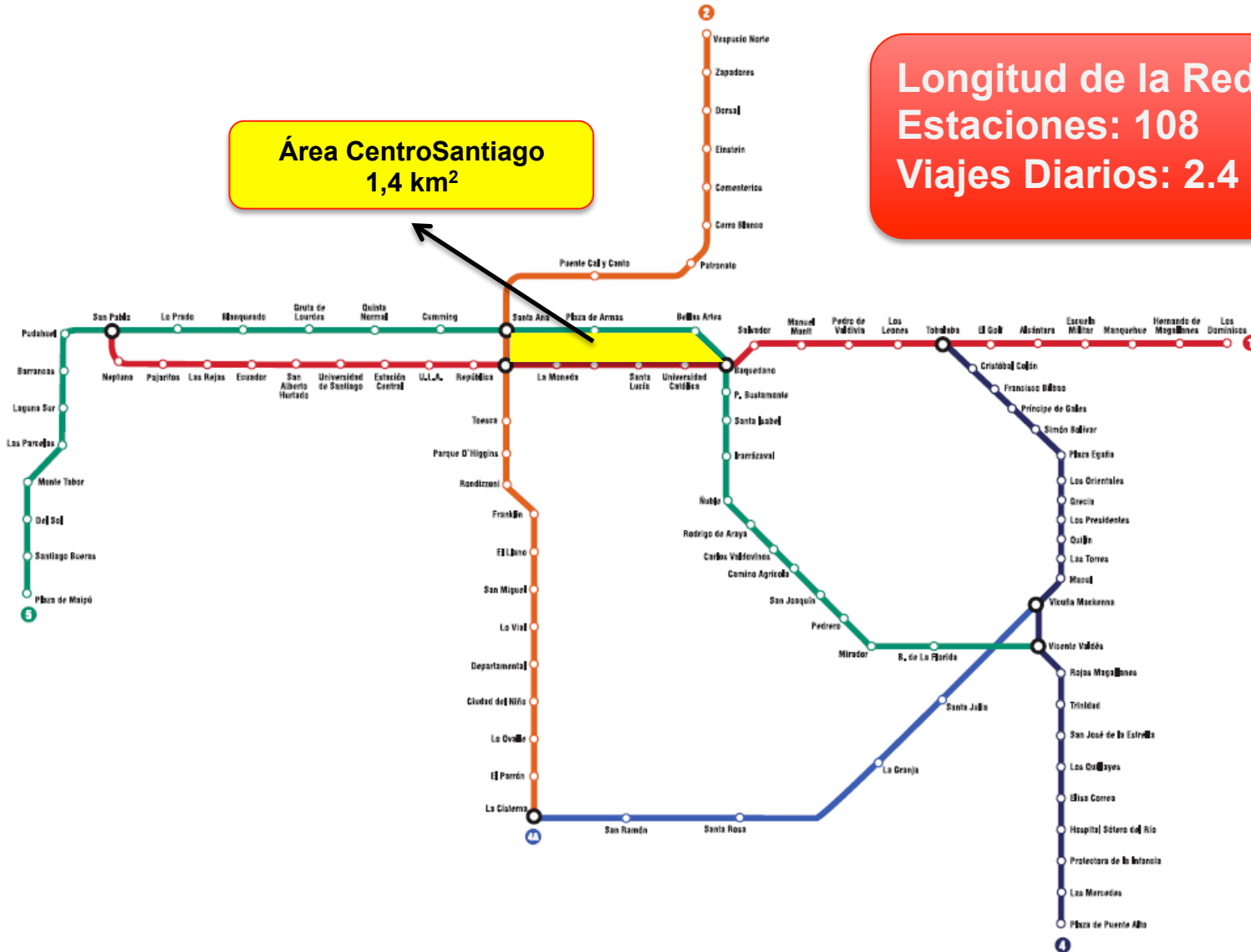


- Usando estos datos, Munizaga y Palma (2012) propusieron un modelo de estimación de bajada para cada etapa del viaje



- ➔ Es posible construir una matriz OD para un periodo dado

Red del Metro de Santiago



Área CentroSantiago
1,4 km²

Longitud de la Red: 103 km
Estaciones: 108
Viajes Diarios: 2.4 millones

BIP DTPM

- Matrices OD para periodo punta mañana, generados mediante el uso de transacciones Bip! (bus + metro) en Abril 2013 y Mayo 2014
- Fuente: Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM)

BIP GOS

- Matrices OD para periodo punta mañana generados mediante el uso de transacciones Bip! solo en modo Metro, en Abril 2013 y Mayo 2014
- Fuente: Gerencia de Operaciones y Servicios (GOS), Metro de Santiago

EOD

- Distribución de viajes de la Encuesta OD Metro 2013 aplicada sobre la afluencia real registrada en Abril 2013 y Mayo 2014

Railweight (RW)

- Datos de carga de pasajeros registrados mediante pesas localizadas en las vías del tren, en Abril 2013 y Mayo 2014

Mediciones de Carga

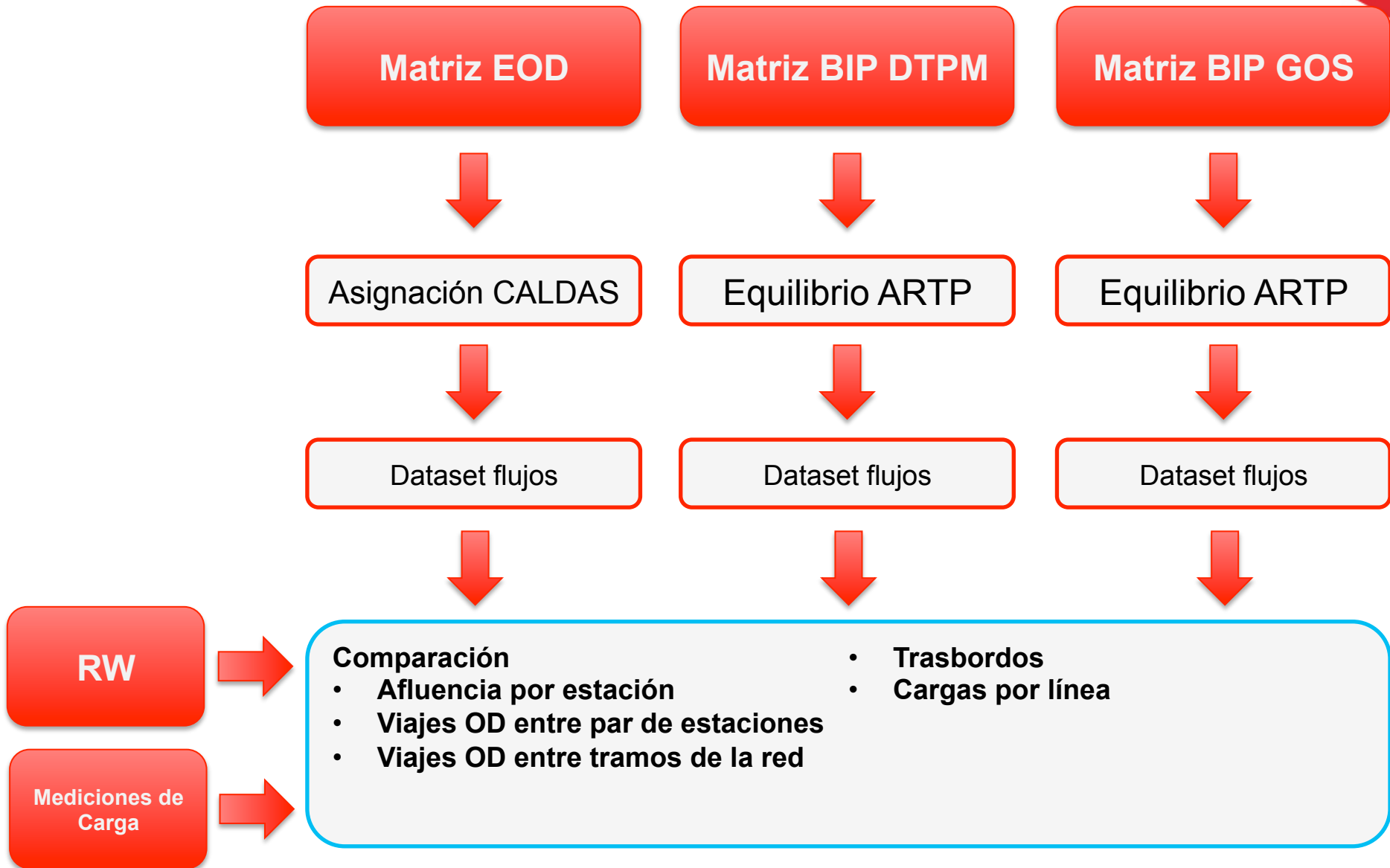
- Conteo de subidas y bajadas de pasajeros en estaciones, realizadas durante el año 2013 y 2014

CALDAS

- Software interno de Metro que estima subidas, bajadas, trasbordos y carga en intervalos de una hora, para un dataset de afluencia diario, usando la distribución de viajes de la EOD

ARTP

- Modelo de equilibrio en transporte público con restricción de capacidad (De Cea y Fernández, 1993)
- Parámetros de comportamiento fueron calibrados para Santiago en el periodo punta mañana por la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)



Matrices de Viajes Originales (Sin Ajuste)

- DL promedio semana 15-19 Abril 2013

Fuente	Número de Viajes Totales PAM [pax/hr]	Diferencia [pax/hr] (%)
EOD Metro	255.056	--
BIP DTPM	266.707	+4,5%
BIP GOS	196.718	-22,9%

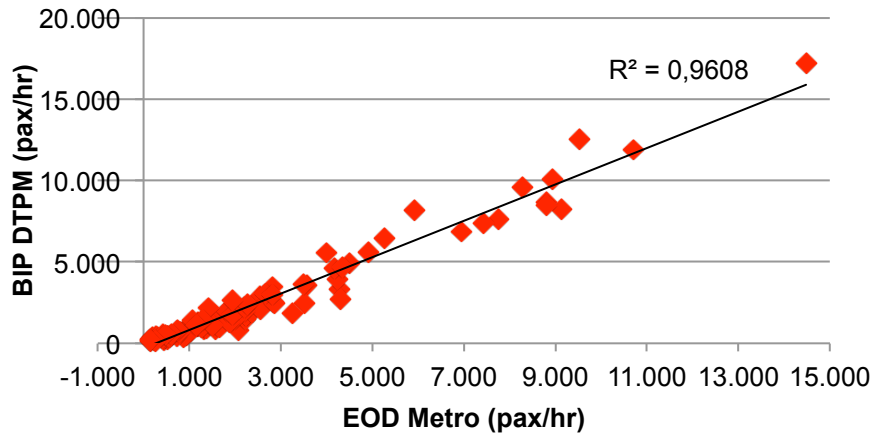
- DL promedio semana 26-30 Mayo 2014

Fuente	Número de Viajes Totales PAM [pax/hr]	Diferencia [pax/hr] (%)
EOD Metro	251.109	--
BIP DTPM	266.573	+6,2%
BIP GOS	197.549	-21,3%

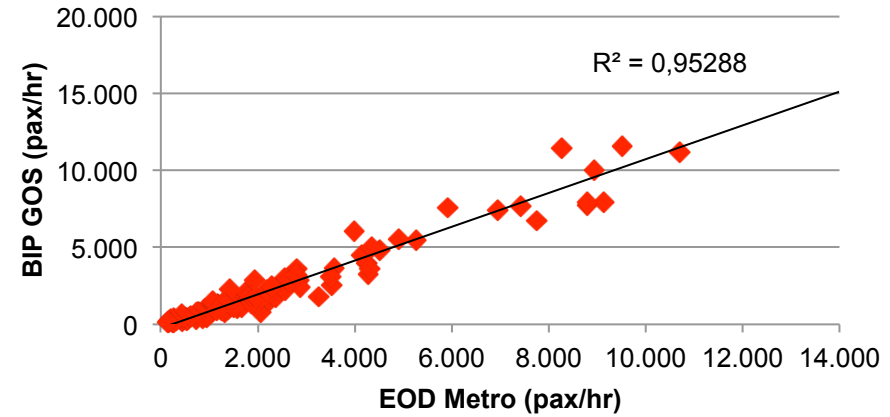
- Matrices EOD Metro y BIP GOS contienen aquellos viajes cuyo horario de inicio está dentro del periodo analizado
- Matriz BIP DTPM contiene aquellos viajes cuyo tiempo medio está dentro del periodo analizado
- Matrices BIP DTPM y BIP GOS fueron ajustadas por un factor de expansión para asimilarlas a la matriz EOD Metro antes del proceso de asignación

Comparación Viajes Atraídos por Estación Periodo Punta Mañana

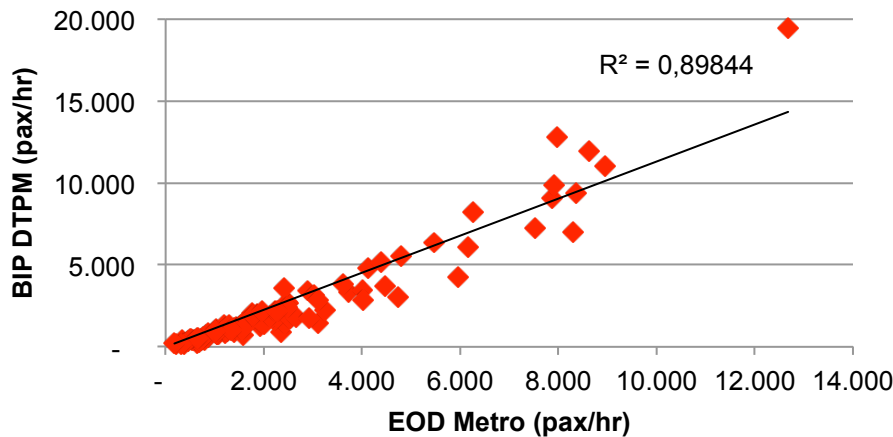
- Comparación EOD Metro-BIP DTPM
– Abril 2013



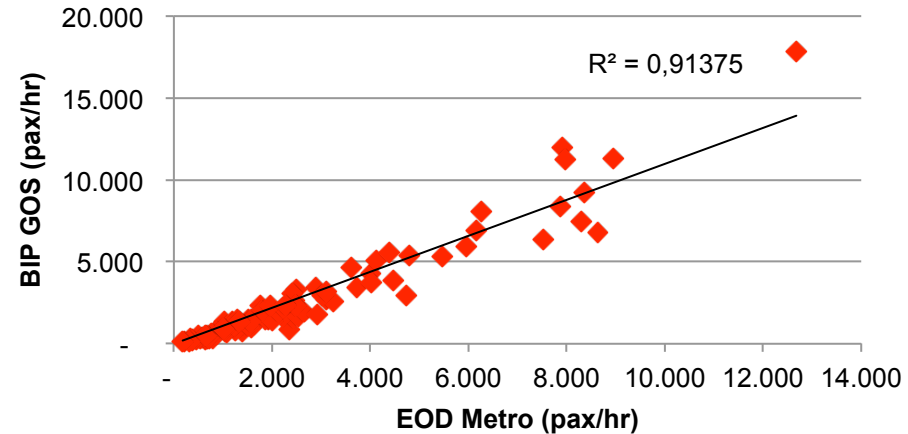
- Comparación EOD Metro-BIP GOS
– Abril 2013



- Mayo 2014

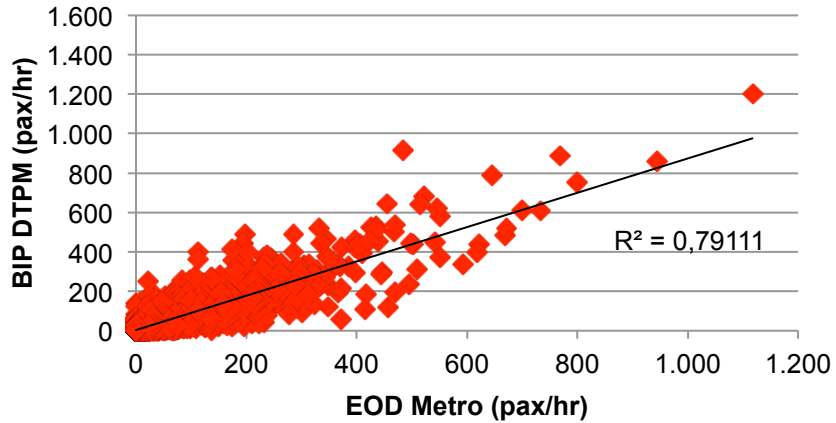


- Mayo 2014

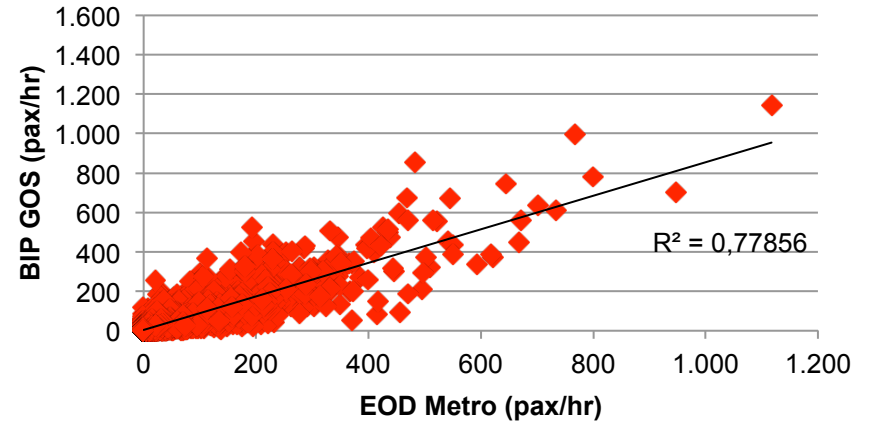


Comparación Viajes OD por Estación Periodo Punta Mañana

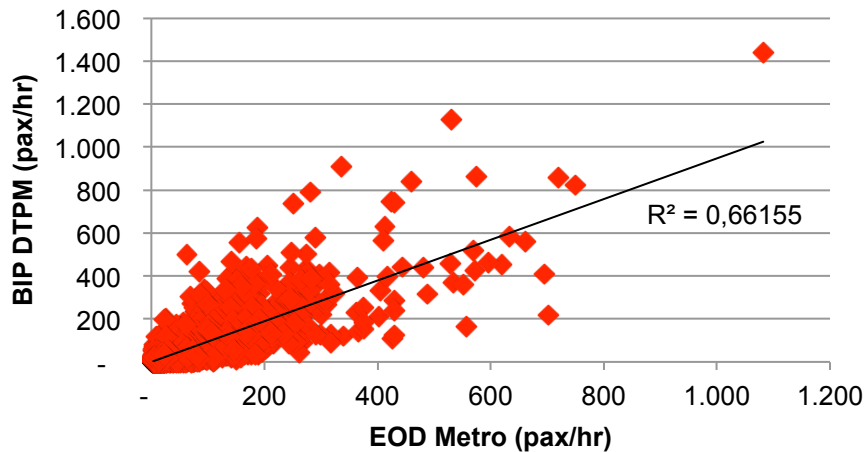
- Comparación EOD Metro-BIP DTPM
 - Abril 2013



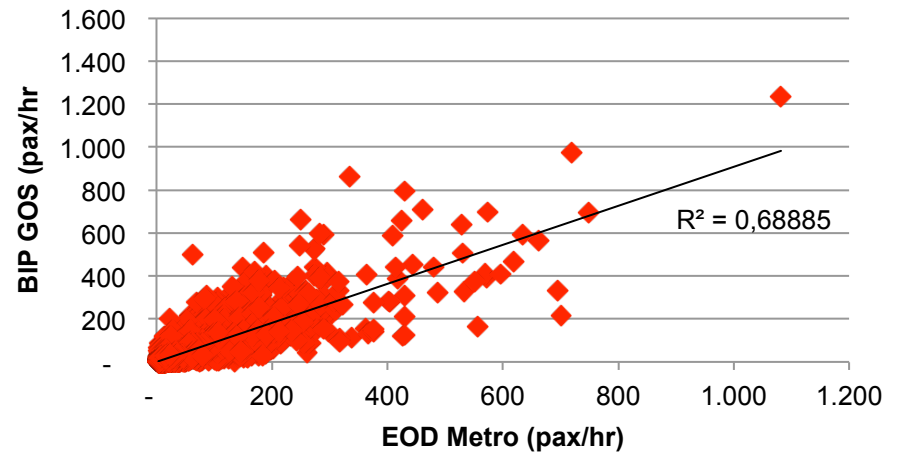
- Comparación EOD Metro-BIP GOS
 - Abril 2013



- Mayo 2014

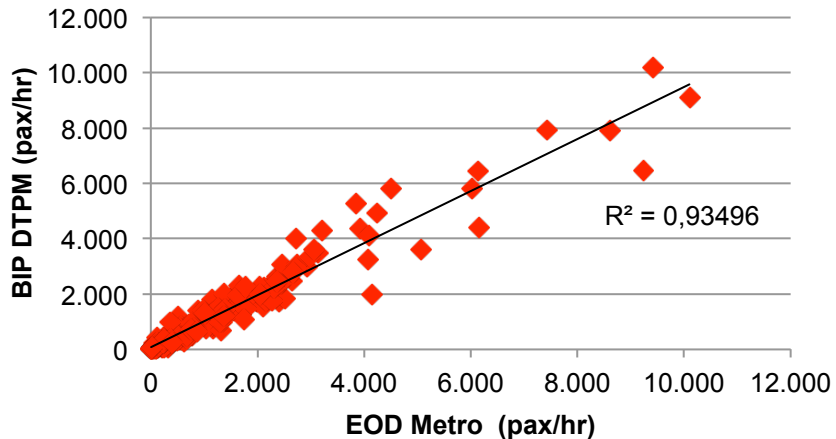


- Mayo 2014

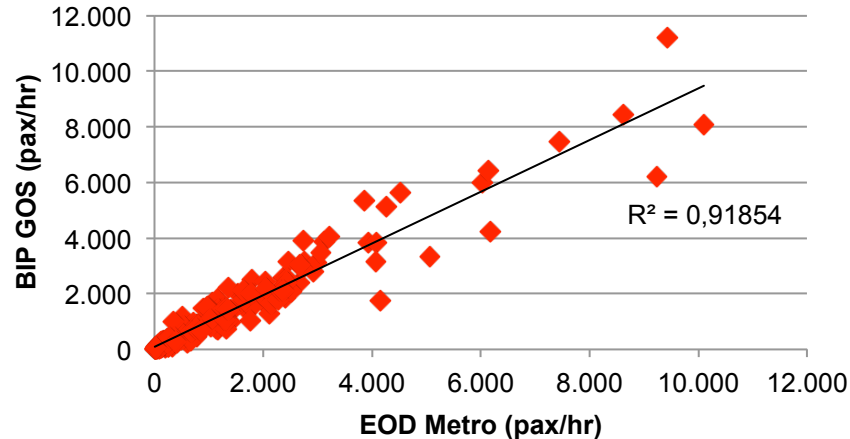


Comparación Viajes entre Tramos de Red Periodo Punta Mañana

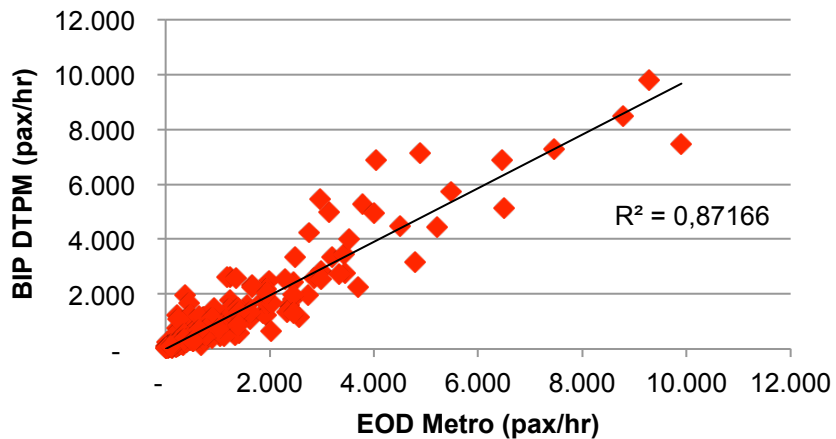
- Comparación EOD Metro-BIP DTPM
– Abril 2013



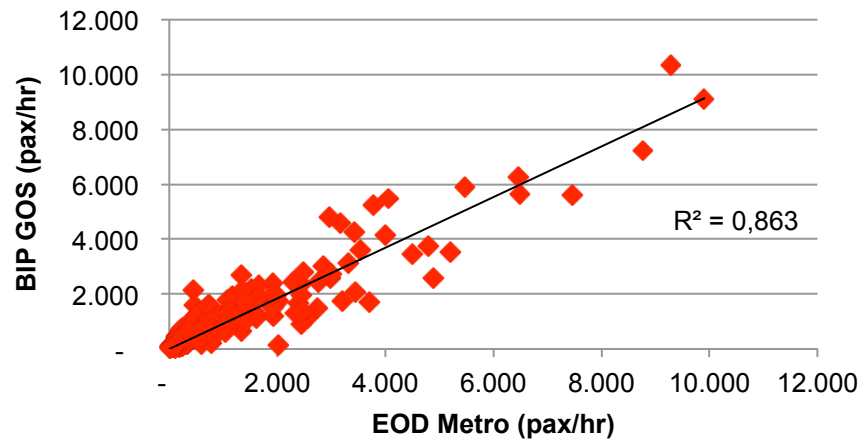
- Comparación EOD Metro-BIP GOS
– Abril 2013



- Mayo 2014



- Mayo 2014

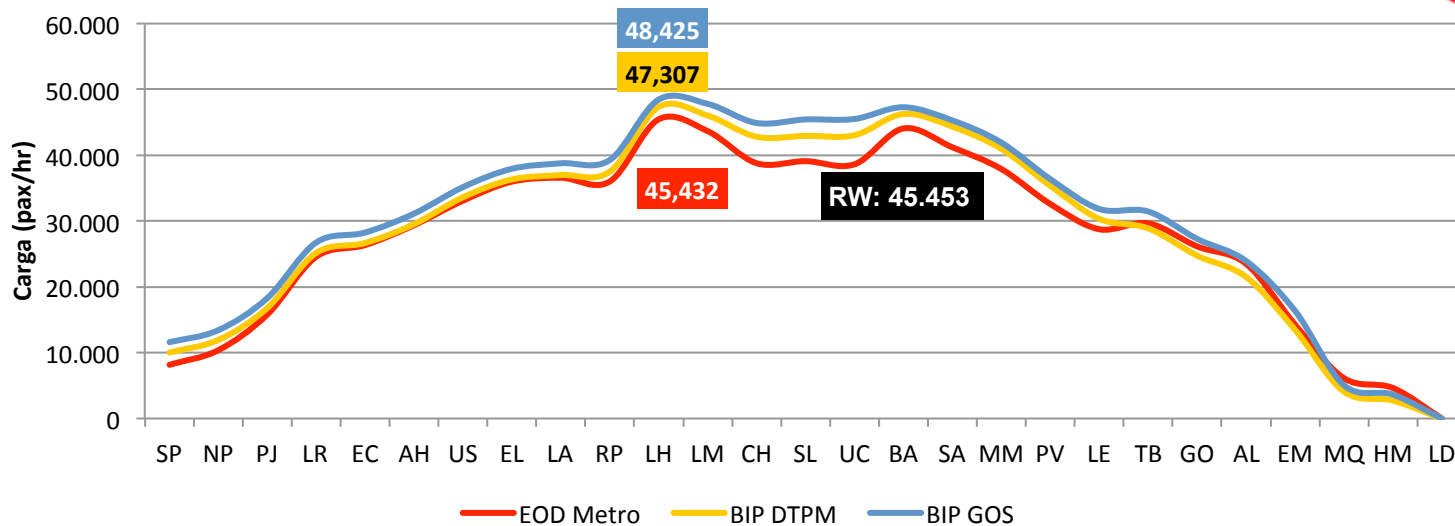


Comparación Perfiles de Carga PAM EOD Metro – BIP DTPM– BIP GOS



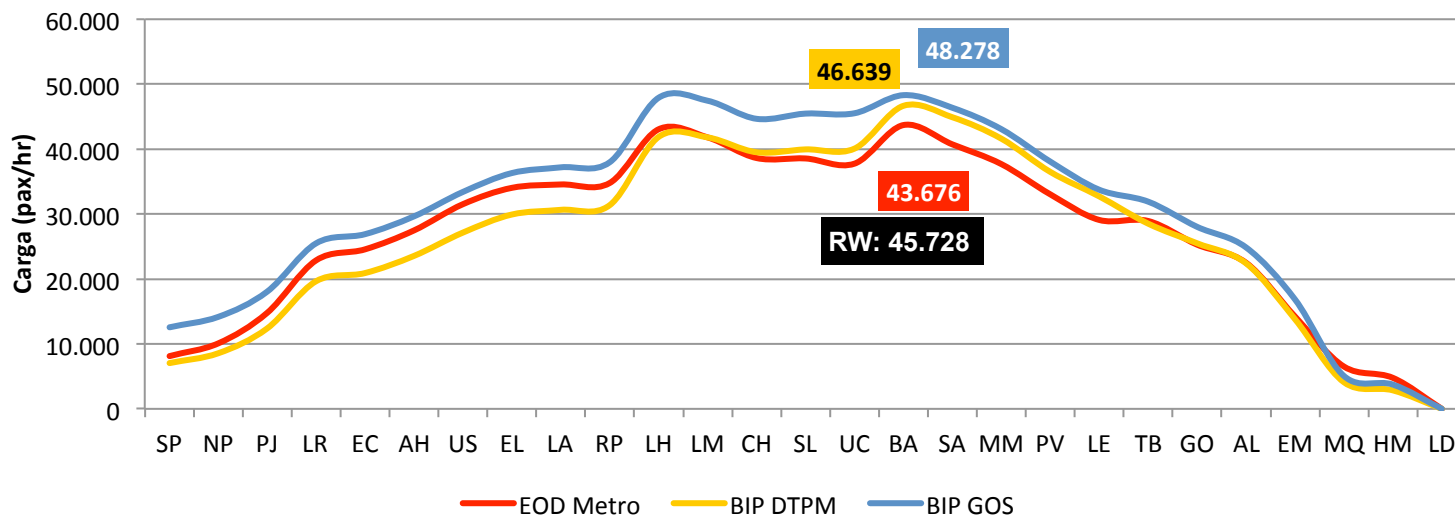
1

**Dirección
Los Dominicos
Abril 2013**



1

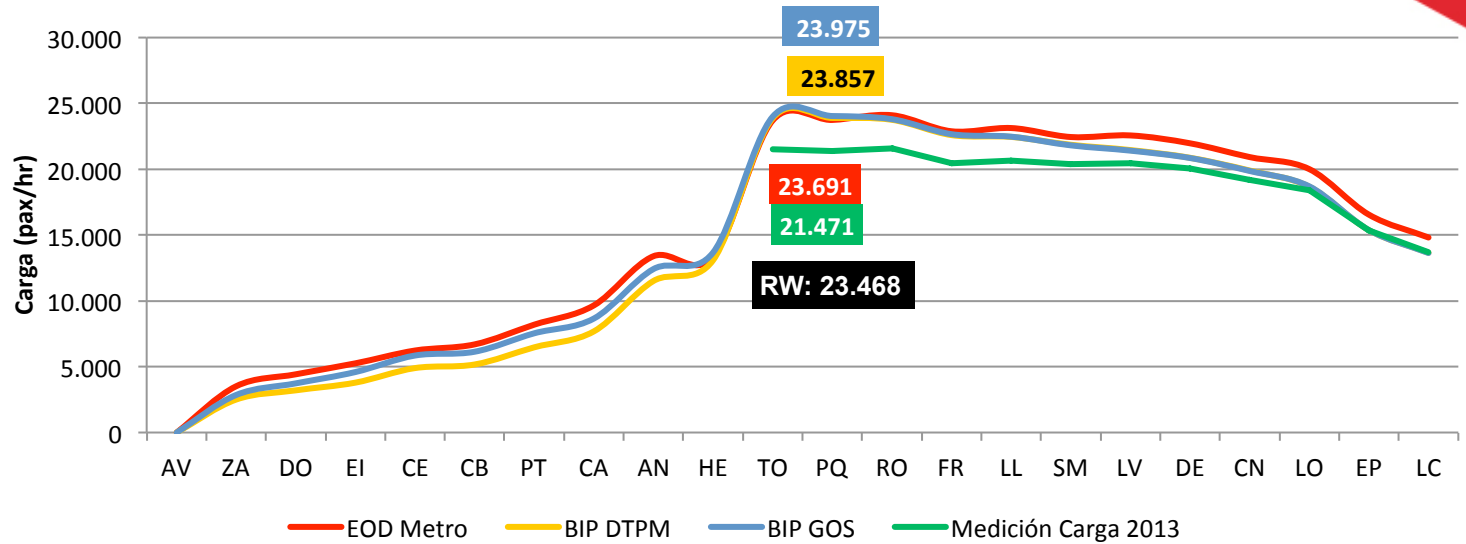
**Dirección
Los Dominicos
Mayo 2014**



Comparación Perfiles de Carga PAM EOD Metro – BIP DTPM– BIP GOS

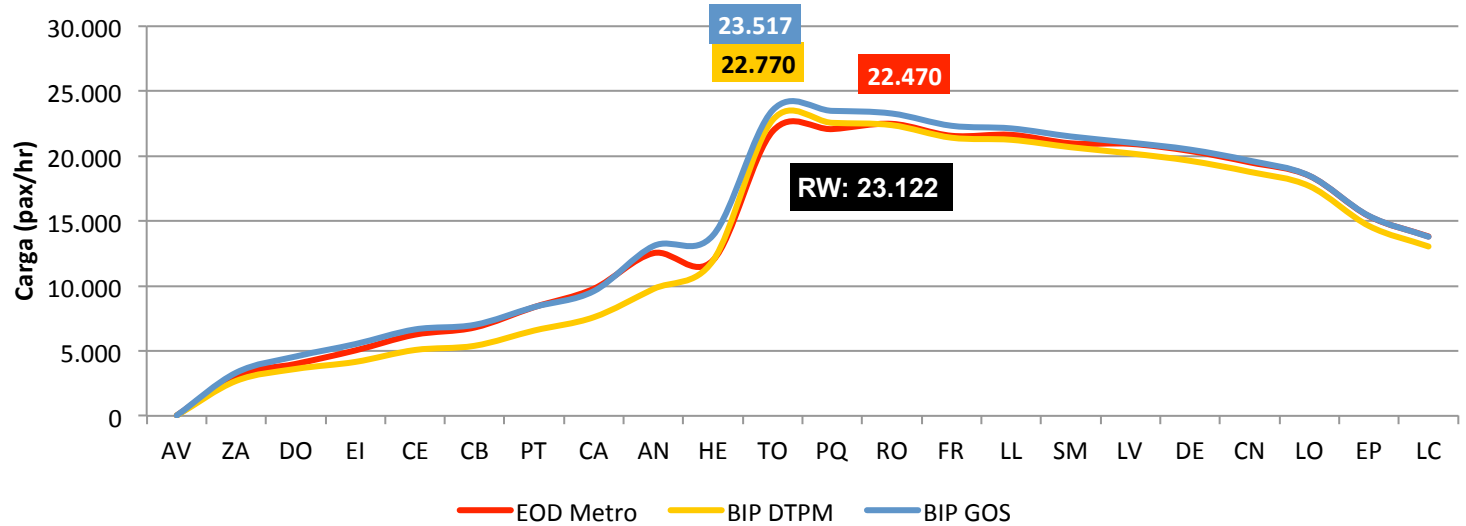
2

Dirección
Vespucio Norte
Abril 2013



2

Dirección
Vespucio Norte
Mayo 2014

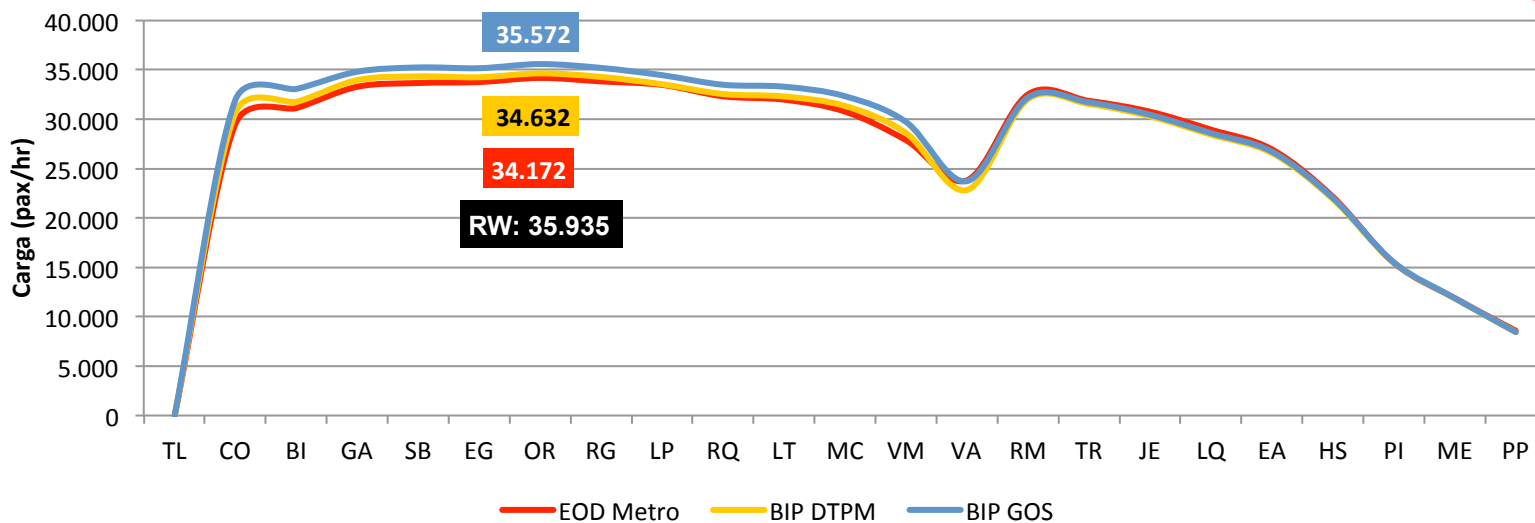


Comparación Perfiles de Carga PAM EOD Metro – BIP DTPM– BIP GOS



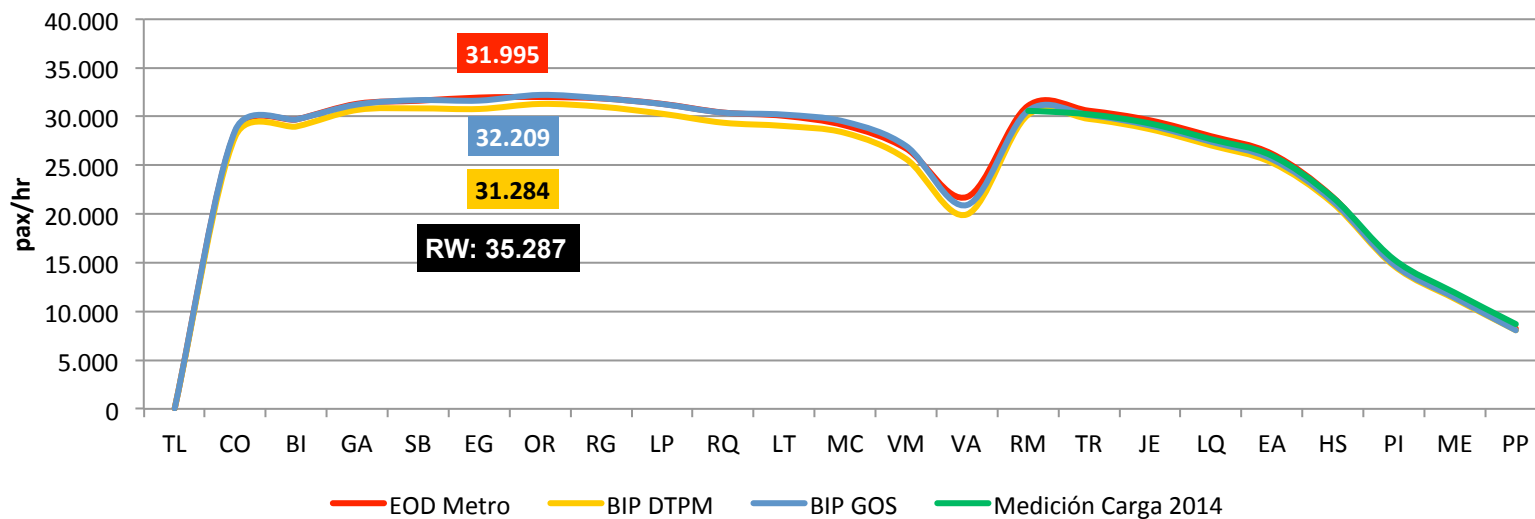
4

Dirección
Tobalaba
Abril 2013



4

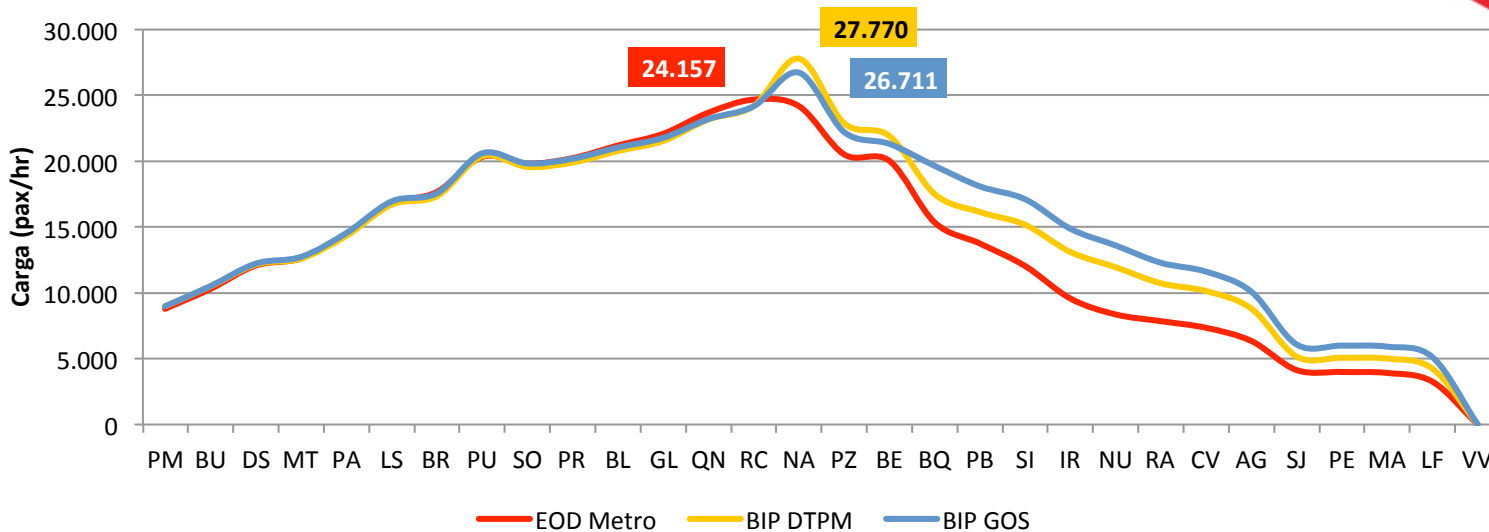
Dirección
Tobalaba
Mayo 2014



Comparación Perfiles de Carga PAM EOD Metro – BIP DTPM– BIP GOS

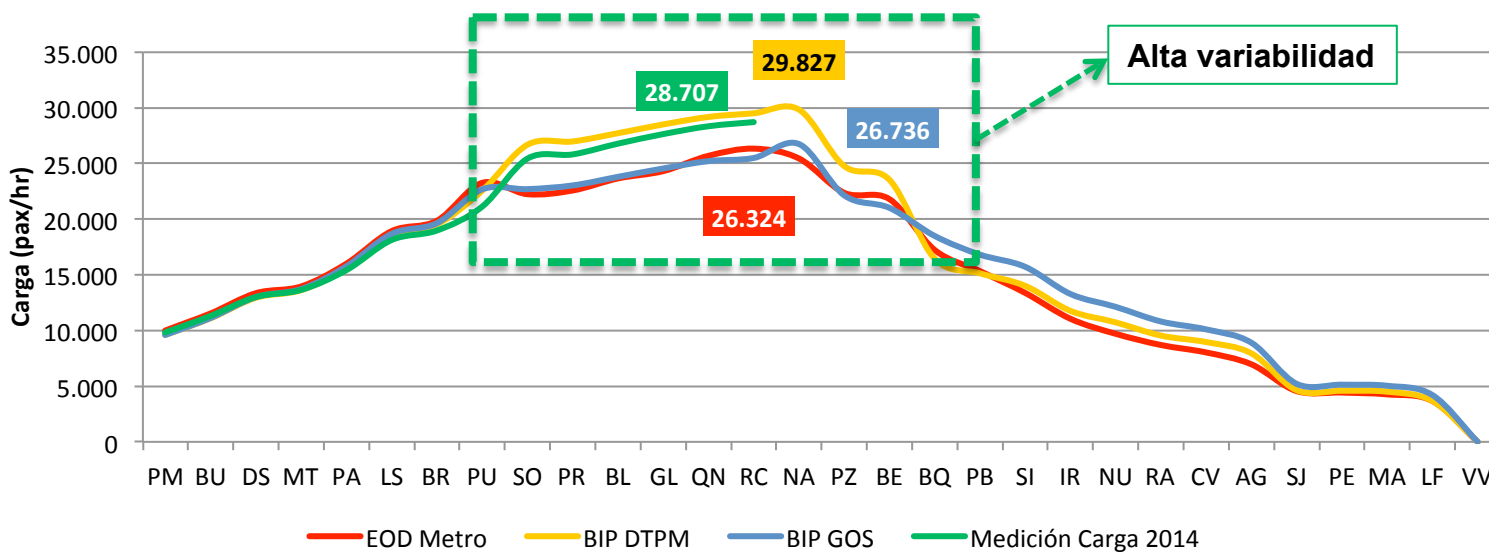
5

Dirección
Vicente Valdés
Abril 2013



5

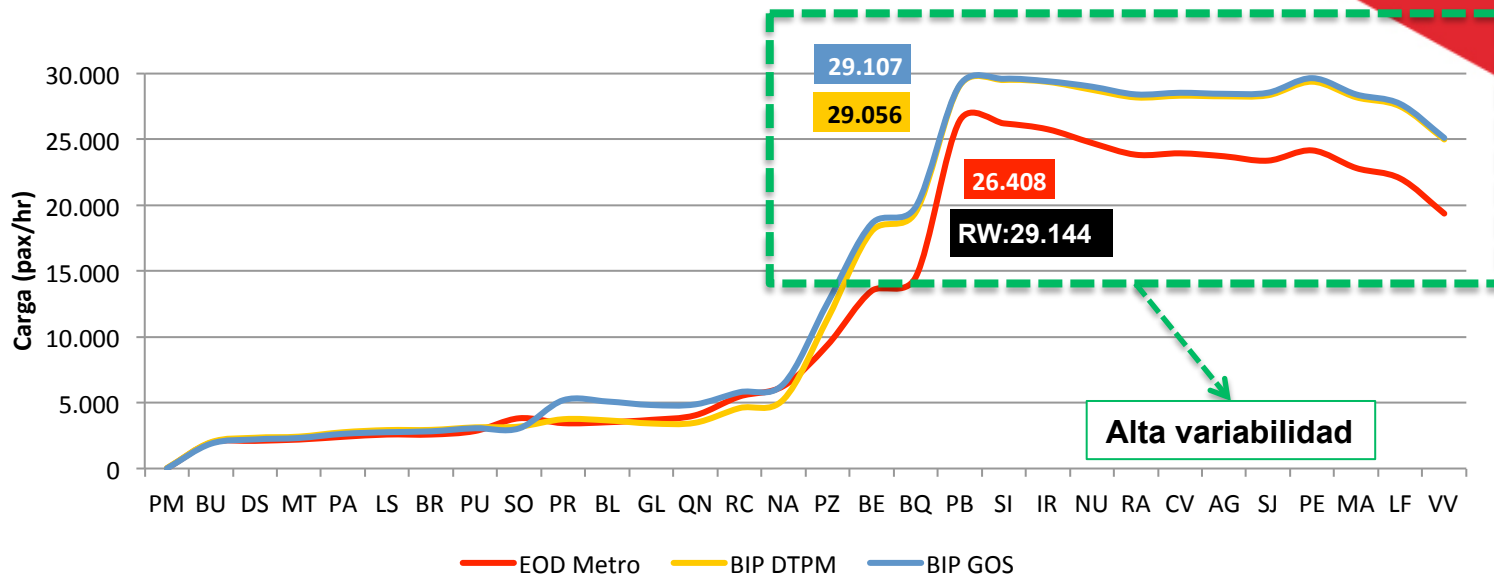
Dirección
Vicente Valdés
Mayo 2014



Comparación Perfiles de Carga PAM EOD Metro – BIP DTPM– BIP GOS

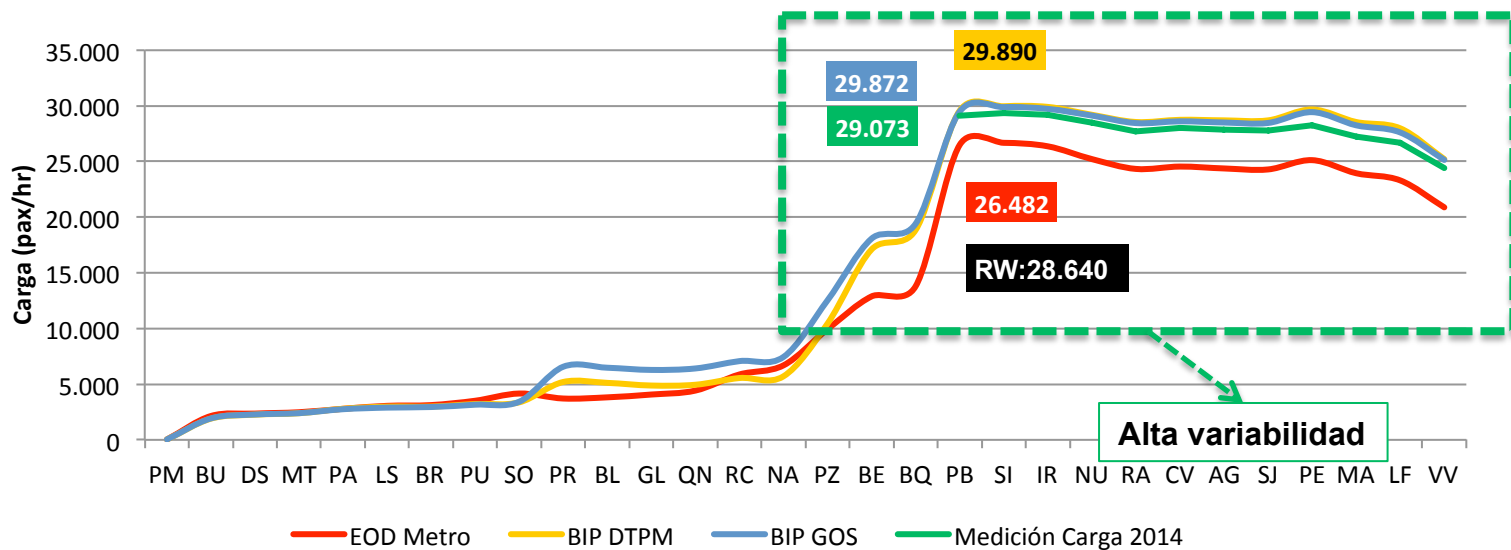
5

Dirección
Pza. de Maipú
Abril 2013



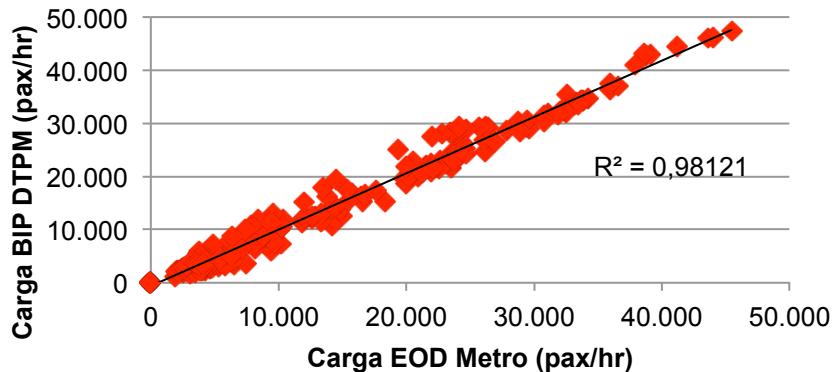
5

Dirección
Pza. de Maipú
Mayo 2014

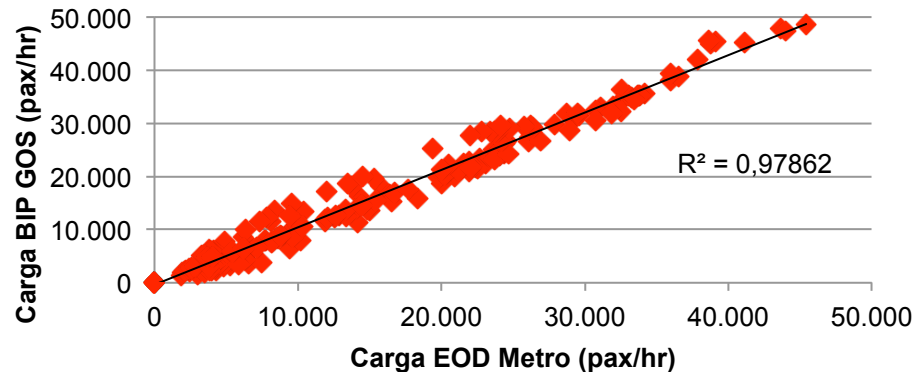


Correlación Cargas Interestación PAM EOD Metro – Matriz Bip – Matriz GOS

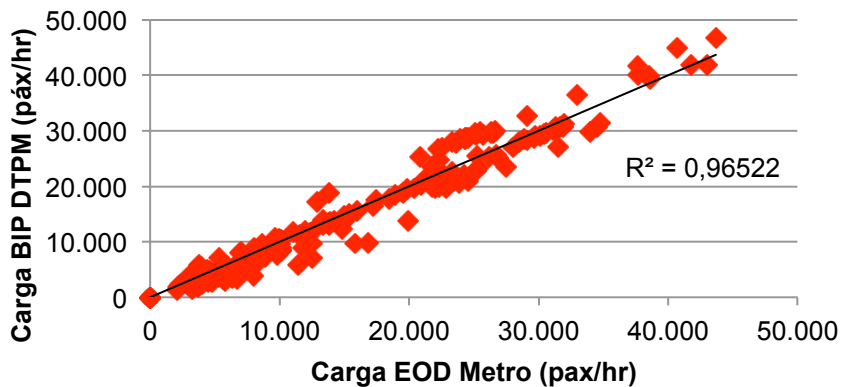
- Comparación EOD Metro-BIP DTPM
– Abril 2013



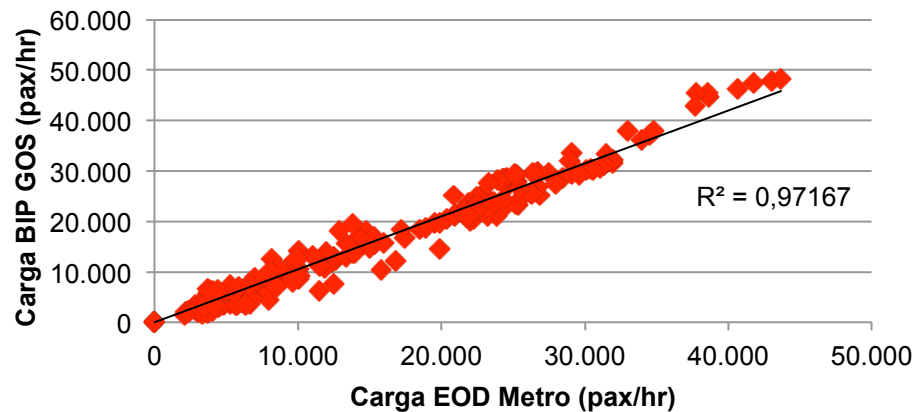
- Comparación EOD Metro-BIP GOS
– Abril 2013



- Mayo 2014



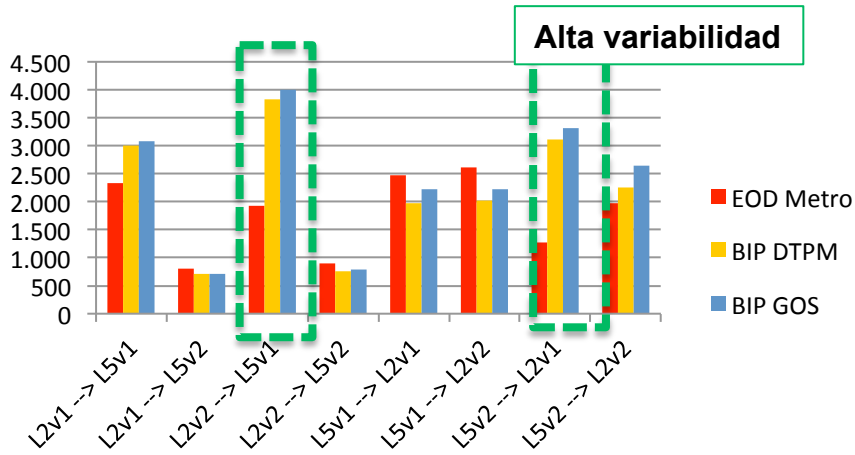
- Mayo 2014



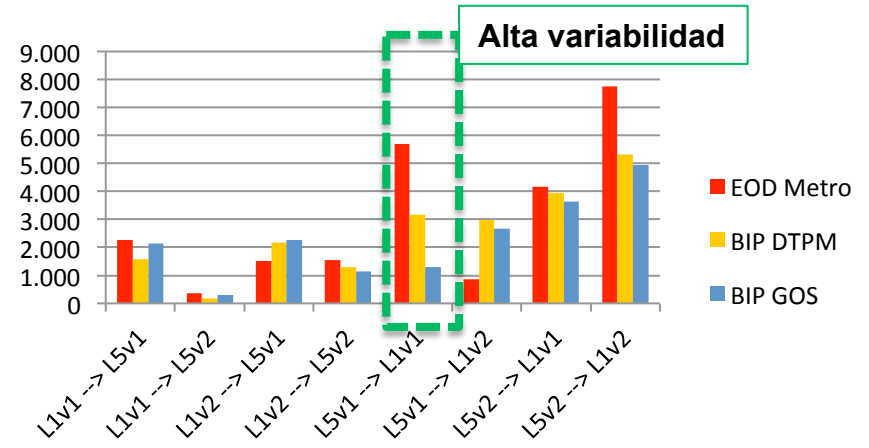
Comparación Traspaldos PAM EOD Metro – Matriz Bip – Matriz GOS



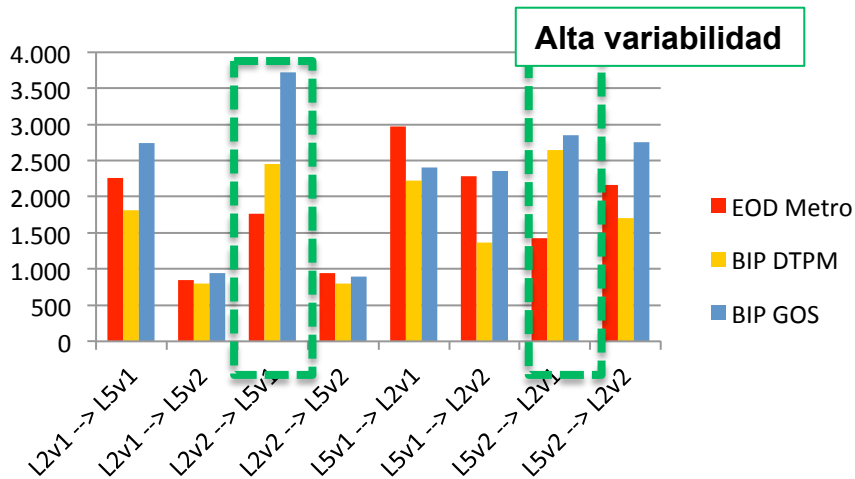
- Santa Ana
 - Abril 2013



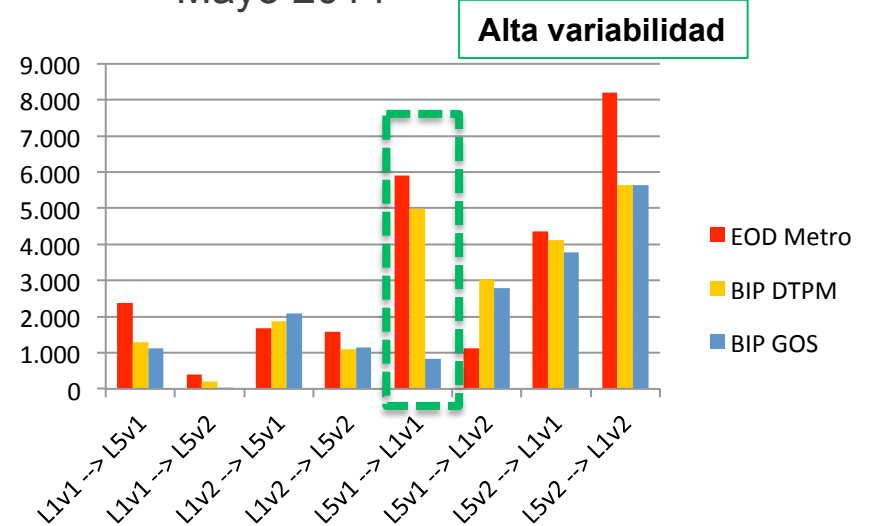
- Baquedano
 - Abril 2013



- Mayo 2014



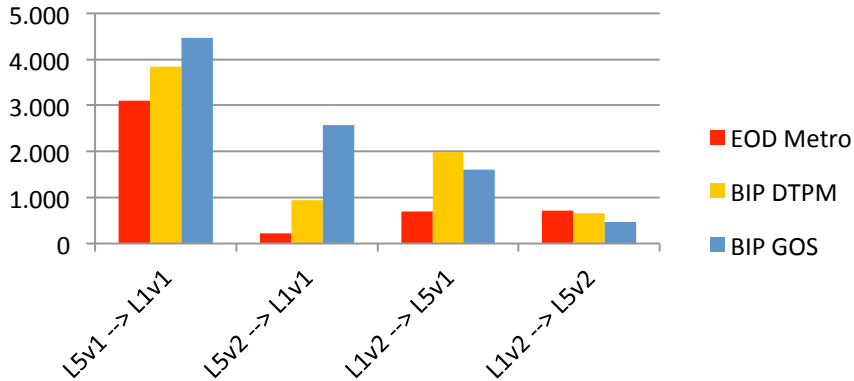
- Mayo 2014



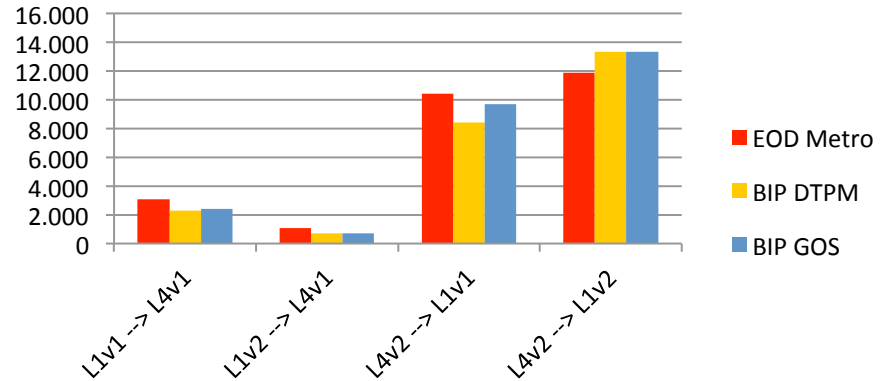
Comparación Traspaldos PAM EOD Metro – Matriz Bip – Matriz GOS



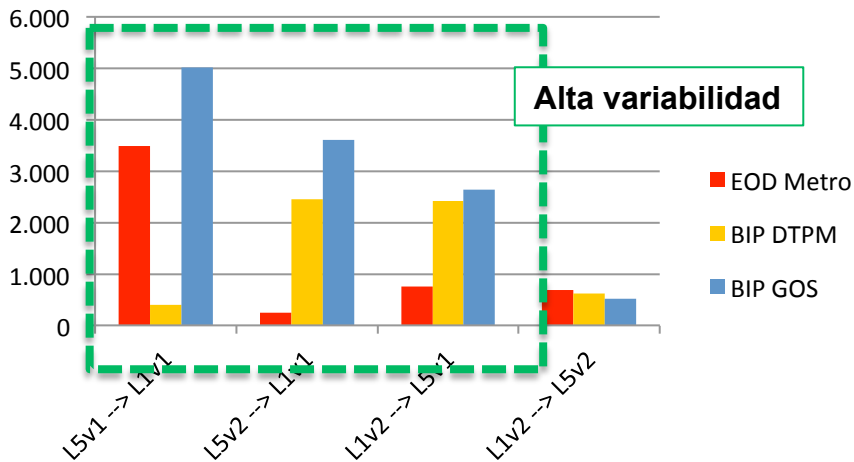
• San Pablo – Abril 2013



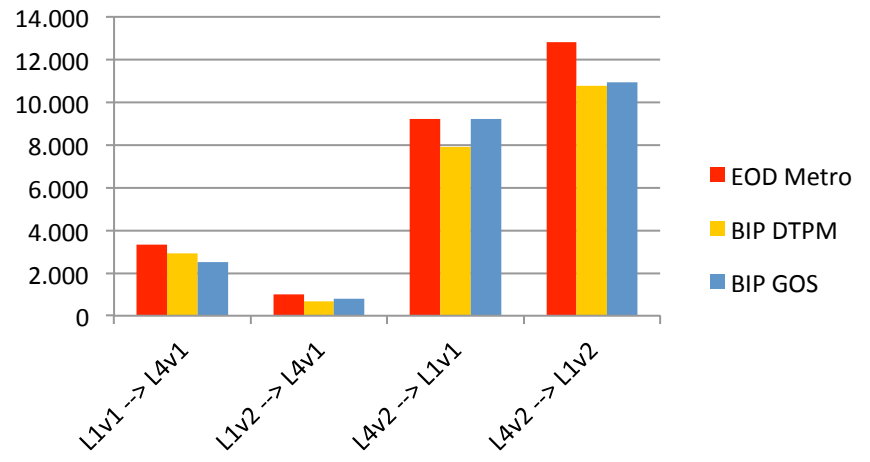
• Tobalaba – Abril 2013



– Mayo 2014



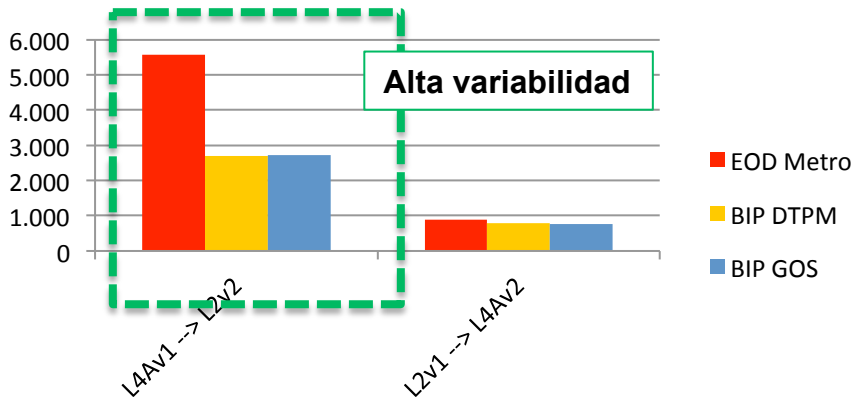
– Mayo 2014



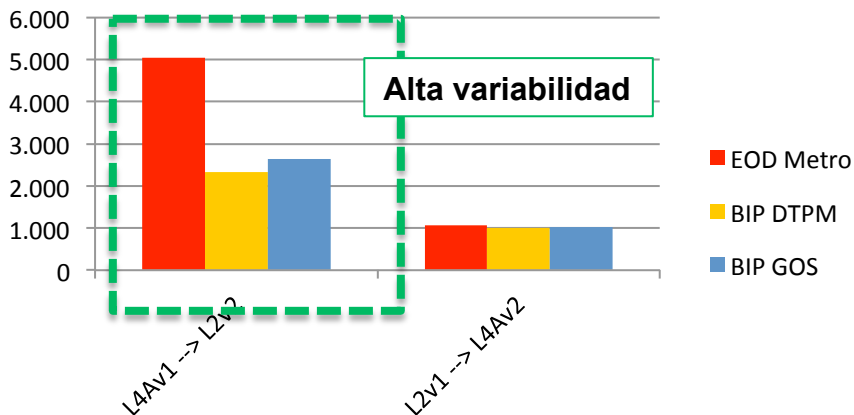
Comparación Traspaldos PAM EOD Metro – Matriz Bip – Matriz GOS



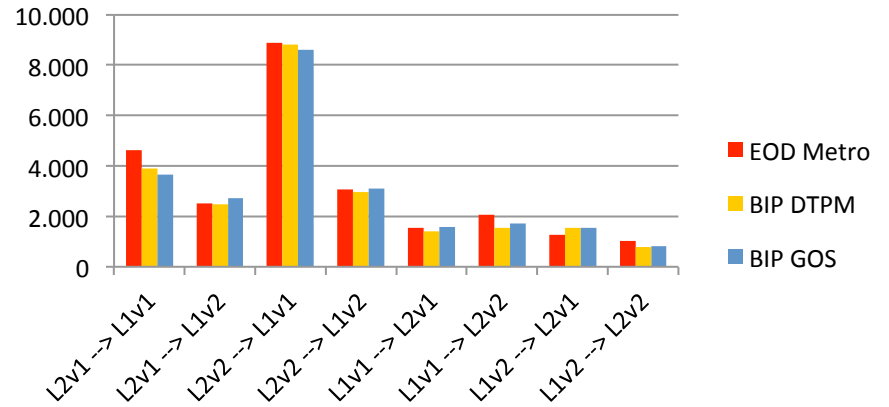
• La Cisterna – Abril 2013



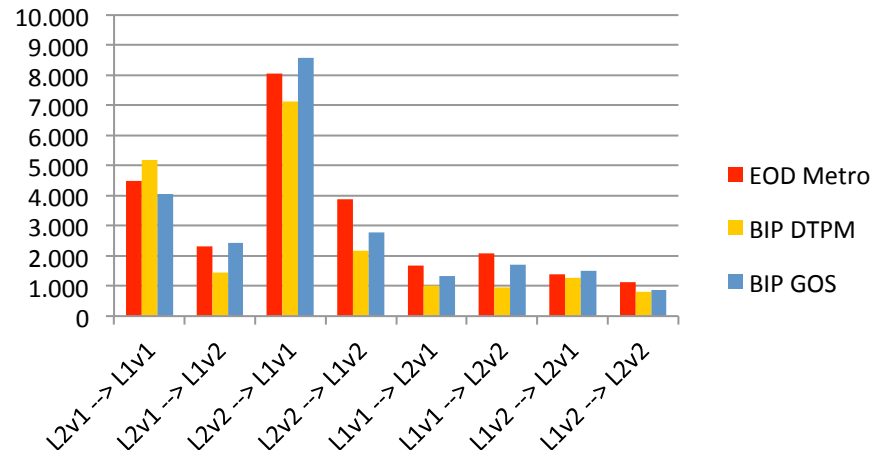
– Mayo 2014



• Los Héroes – Abril 2013



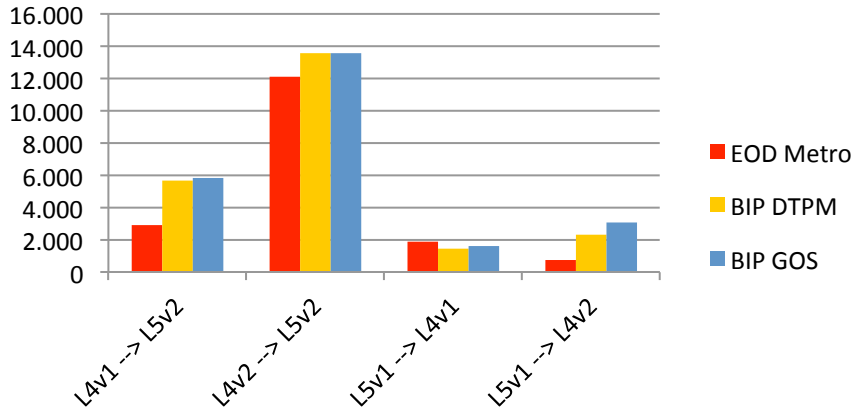
– Mayo 2014



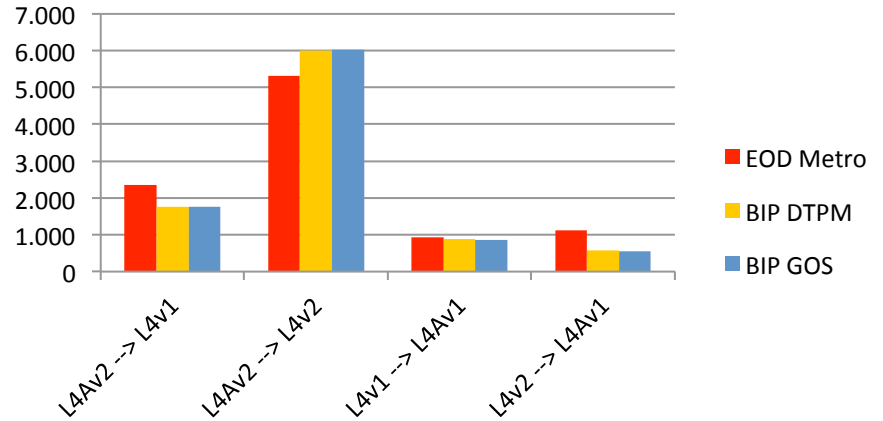
Comparación Traspaldos PAM EOD Metro – Matriz Bip – Matriz GOS



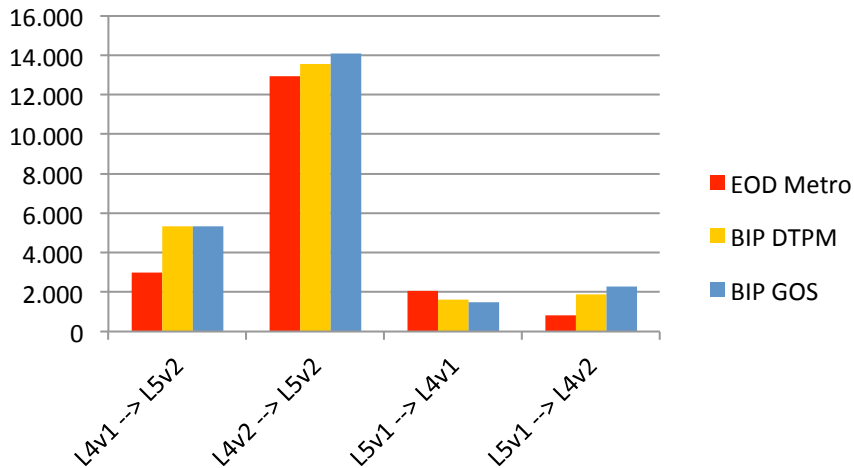
• Vicente Valdés – Abril 2013



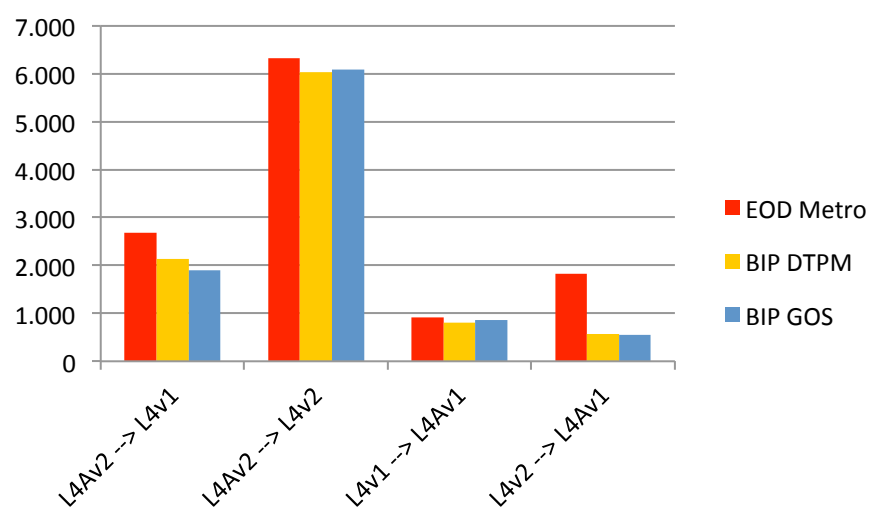
• Vicuña Mackenna – Abril 2013



– Mayo 2014



– Mayo 2014



- Alta correlación entre EOD Metro y estimaciones utilizando las transacciones Bip! en varios elementos, como viajes traídos por estación o tramos de la red, y también en viajes entre pares de estaciones
 - ➔ Esto permite construir matrices consistentes entre ellas
- Es posible reemplazar la realización de la EOD con una metodología que sistematice los datos obtenidos de la Bip! Y utilizando un modelo de equilibrio
 - ➔ Esto permite lograr ahorros considerables en recursos humanos y monetarios. La misma data y la elección de ruta de los usuarios puede obtenerse a muy bajo costo
- Futuros desarrollos: para validar completamente la metodología propuesta, son necesarias algunas tareas adicionales
 - Comparar las fuentes de datos en otros periodos: punta tarde, fuera de punta, sábados o domingos
 - Mediciones adicionales de trasbordos y carga en puntos específicos de la red, para mejorar la calibración del modelo de equilibrio
 - Robustecer la metodología usando otros criterios para la construcción de matrices; el uso de otros indicadores estadísticos para medir la correlación entre ellas; y la calibración de parámetros del modelo de equilibrio

- Comparison of passengers' behavior and aggregate demand levels on a subway system using origin-destination surveys and smartcard data. C. Pineda, D. Schwarz, E. Godoy. *Research in Transportation Economics (In Press)*

- Estimación matrices OD mediante uso de celulares
 - Sistema de detección de código MAC de celulares con Wi-Fi activado



- Intervención no invasiva



Futuros Desarrollos: Uso de Celulares

- 6 sensores instalados en tramo oriente de L1



Sensores en andenes de L1 desde Tobalaba hasta Los Dominicos, con excepción de Alcántara.

- Posibles Usos
 - Determinar EOD Metro
 - Medir tiempos de viaje
 - Medir tiempos de espera en andén
 - Determinar movimiento de flujos (en estaciones grandes)
 - Transeúntes (personas que no son pasajeros)

