



# APLICACIÓN DE INCENTIVOS A CONDUCTORES DE TRANSANTIAGO PARA LOGRAR UNA MEJORA EN LA CALIDAD DE SERVICIO

ALEJANDRA CHAPARRO IBARRA

PATRICIA GALILEA

JUAN CARLOS MUÑOZ

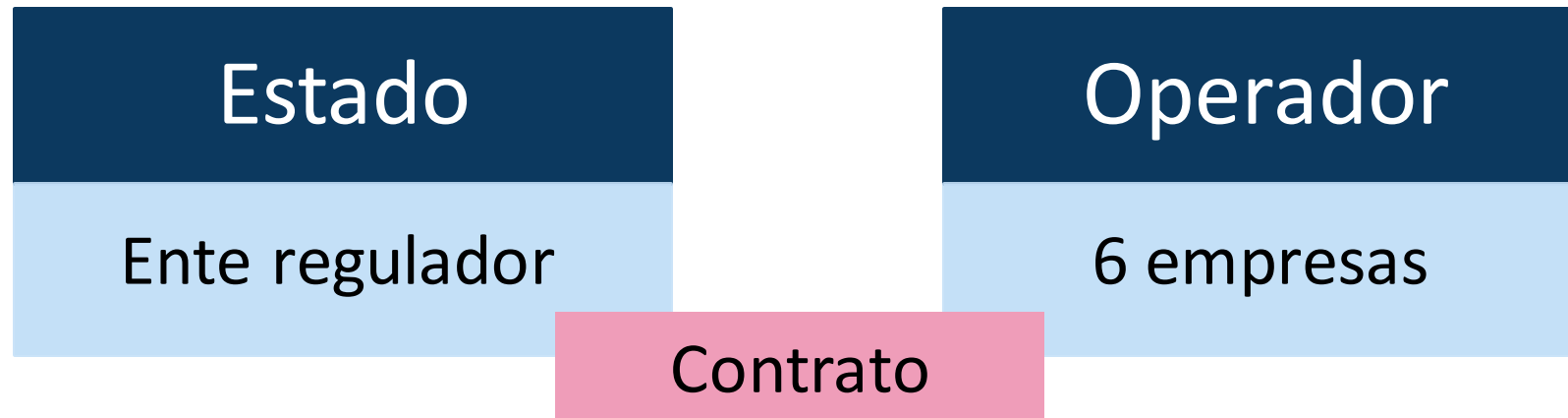
JOAQUÍN POBLETE

CCIT 19, SANTIAGO, 2019

CONTEXTO

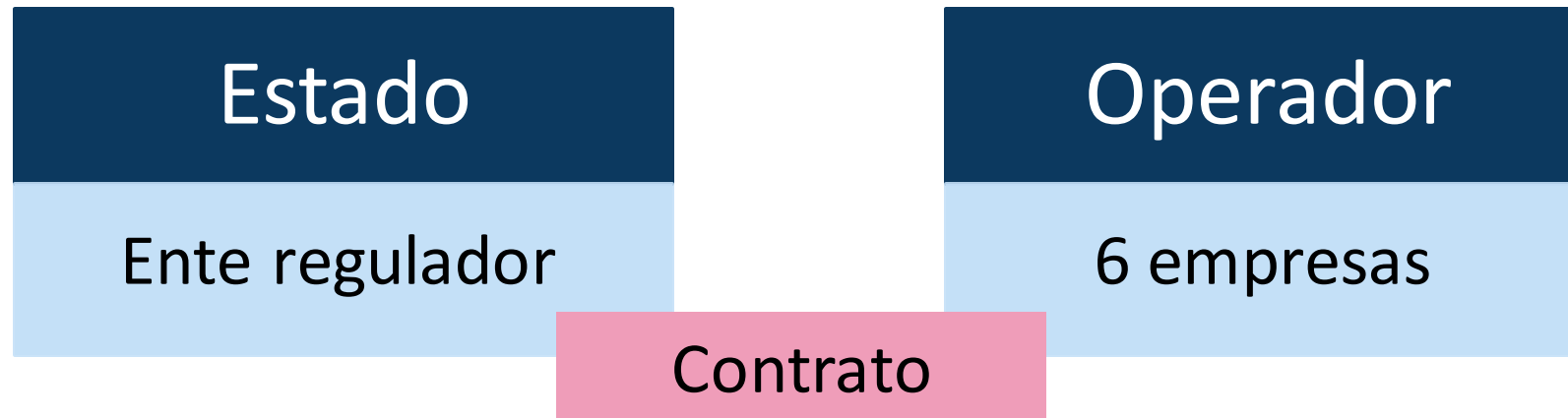
# ACTUAL MODELO CONTRACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Transantiago



# ACTUAL MODELO CONTRACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

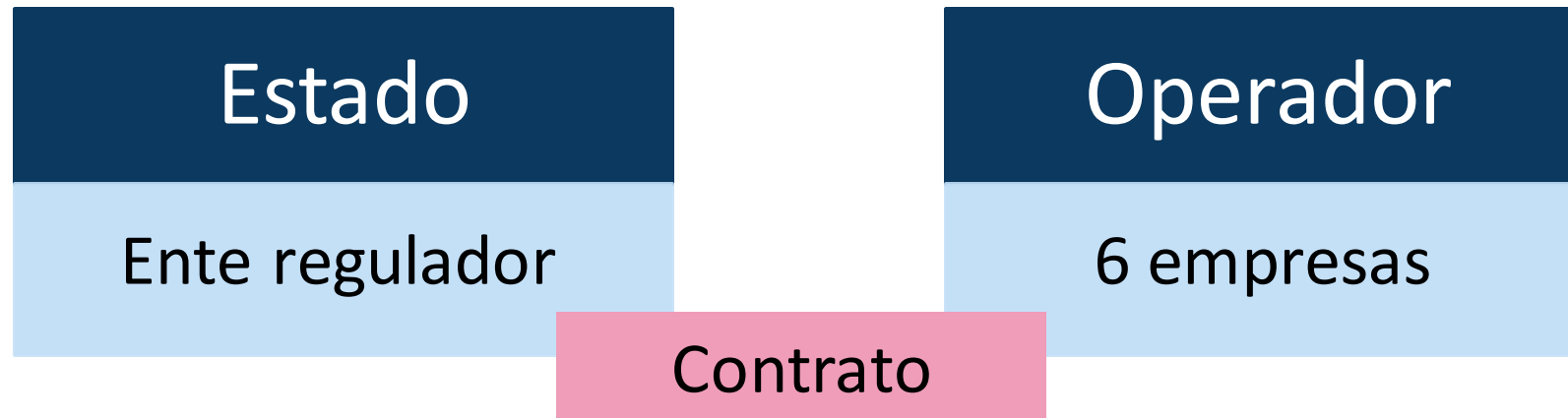
Transantiago



Uno de los objetivos es definir un nivel de calidad de servicio en base a diferentes KPIs

# ACTUAL MODELO CONTRACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Transantiago



1. **Kilómetros** comerciales
2. **Pasajeros** transportados
3. Índice de cumplimiento de **capacidad de transporte**
4. Índice de cumplimiento de **regularidad**
5. Índice de cumplimiento de **frecuencia**

# ACTUAL MODELO CONTRACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Transantiago

**Operador**

**Contrato con el Estado**

**Kilómetros** comerciales

**Pasajeros** transportados

Índice de cumplimiento de **capacidad de transporte**

Índice de cumplimiento de **regularidad**

Índice de cumplimiento de **frecuencia**

# ACTUAL MODELO CONTRACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Transantiago

**Operador**

Contrato con el Estado

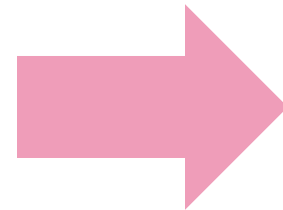
**Kilómetros** comerciales

**Pasajeros** transportados

Índice de cumplimiento de **capacidad de transporte**

Índice de cumplimiento de **regularidad**

Índice de cumplimiento de **frecuencia**



**Conductor**

# ACTUAL MODELO CONTRACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Transantiago

Estado

Operador

Conductor

## Contrato

- Km comerciales
- Pasajeros transportados
- Regularidad
- Frecuencia
- Capacidad de transporte



# ACTUAL MODELO CONTRACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Transantiago

Estado

Operador

Conductor

Contrato

- Km comerciales
- Pasajeros transportados
- Regularidad
- Frecuencia
- Capacidad de transporte



Contrato

Sueldo fijo + horas extras

Los conductores cumplen **una labor significativa** en el funcionamiento operacional del sistema

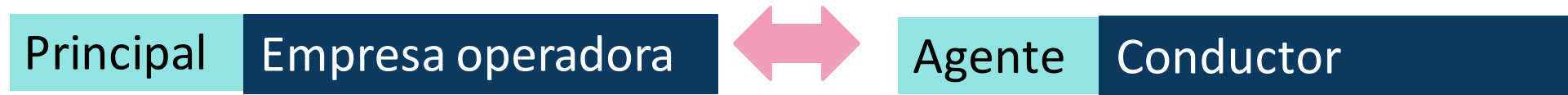
De su comportamiento depende el **cumplimiento de índices** con los que el Estado mide la calidad del servicio

De su comportamiento depende la **calidad del servicio** percibida por los usuarios

**Sin embargo su salario es fijo**

# Teoría de Contratos

Modelo económico



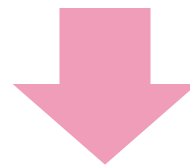
Relación contractual

Principal contrata a un trabajador para desempeñar una tarea

CONDUCIR

Al principal le interesan otras tareas además de conducir

LA TAREA NO SOLO ES CONDUCIR



Presencia de *multitasking*

Holmstron y Milgrom (1991)

## Multitasking Teoría de Contratos

Presencia de diversas tareas en la labor del agente que sean de importancia para el principal

# CONDUCTORES EN LA ACTUALIDAD

Transantiago

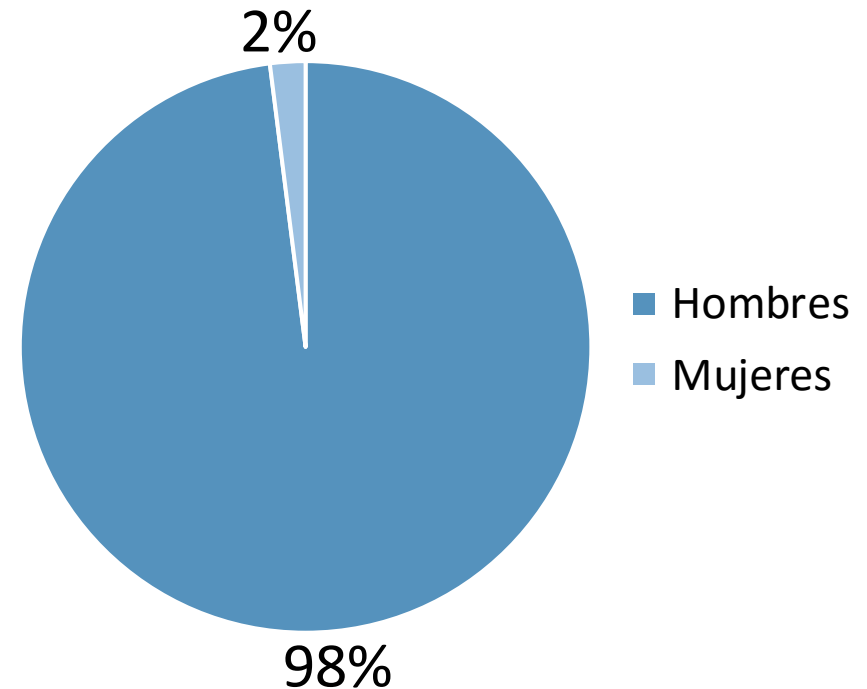
**17.868** conductores en el sistema

**56 años** edad promedio

**80%** proviene del sistema antiguo

**80%-90%** está sindicalizado

Sueldos líquidos: \$550.000 a \$1.200.000  
considerando horas extras



(Sectra, 2016)

# CONDUCTORES EN LA ACTUALIDAD

Transantiago

Dos situaciones importantes:

1. Existe un **déficit de conductores** en el sistema lo que provoca:
2. Alta tasa de **licencias médicas e inasistencias**

# CONDUCTORES EN LA ACTUALIDAD

Transantiago

## 1. Existe un **déficit de conductores** en el sistema

En 2016 el déficit era de un 7%  
El déficit estimado para 2026 será de un 16% a un 20%

(Sectra, 2016)

# CONDUCTORES EN LA ACTUALIDAD

Transantiago

## 2. Alta tasa de licencias médicas e inasistencias

Motivo	Promedio empresas
Vacaciones	4.9%
Licencia médica	12.3%
Ausentismo injustificado	1.3%
Ausentismo días especiales	0.2%
Ausentismo fuero sindical	0.8%
<b>Total de conductores no disponible por mes</b>	<b>19.4%</b>

(Sectra, 2016)

**17.868**  
**Total conductores**  
**3.467**  
**no disponibles por**  
**mes**



# CONDUCTORES EN LA ACTUALIDAD

Transantiago

1. Existe un **déficit de conductores**
2. Alta tasa de **licencias médicas e inasistencias**

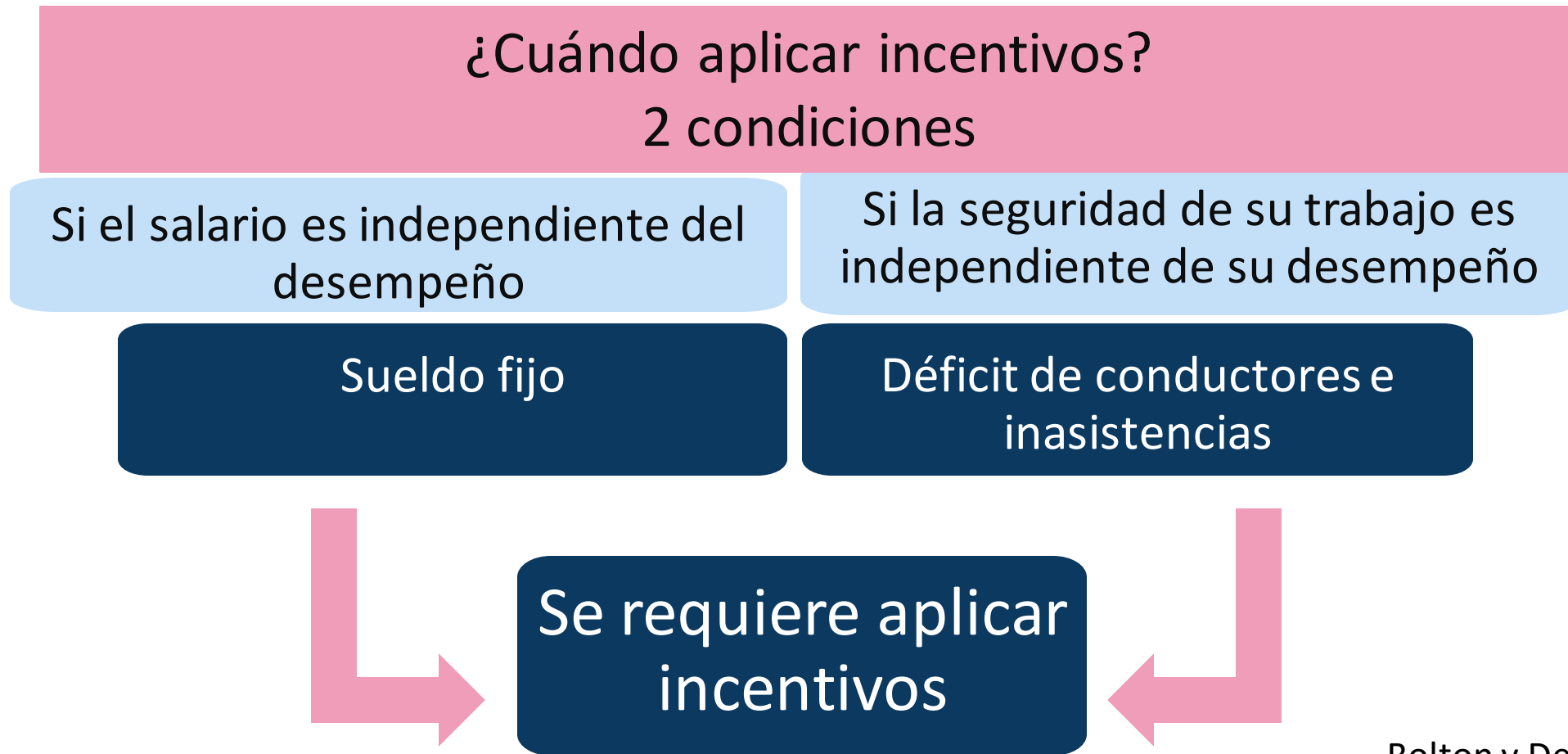
Esto provoca:

- realización de **horas extras**
- dificultad de **renovación de trabajadores**
- genera un **estrés laboral** adicional dada las exigencias de la operación

Esto limita la **capacidad del Sistema de Transporte Público** para entregar un mejor servicio.

# Teoría de Contratos

Modelo económico



# CONTENIDOS

1. Contexto

2. Objetivos de la investigación

3. Metodología

4. Diseño del experimento

5. Resultados

OBJETIVOS

# OBJETIVOS

Se busca medir el efecto de multitasking en la labor del conductor y su influencia en el cumplimiento de los KPIs exigidos por el Estado

**Modificar el comportamiento del conductor** a través del diseño, implementación y evaluación de un **esquema de incentivos**

METODOLOGÍA

# METODOLOGÍA

**Teoría de contratos** entre operador y conductor

**Incentivo** considerando KPIs

**Experimento de campo**

**Estratificación**

**Diferencias en Diferencias**

# TEORÍA DE CONTRATOS



# Teoría de Contratos

Modelo económico

Principales componentes de las Funciones de Utilidad

Función de utilidad Empresa Operadora

Ingresos

Kilómetros recorridos  
Pasajeros transportados  
Capacidad de transporte

Descuentos

Frecuencia  
Regularidad

Función de utilidad del Conductor

Ingresos

Sueldo fijo + horas extras

¿Incentivo perfecto?

# Teoría de Contratos

Modelo económico

Principales componentes de las Funciones de Utilidad

Función de utilidad Empresa Operadora

Ingresos

Kilómetros recorridos

**Pasajeros transportados**

Capacidad de transporte

Descuentos

Frecuencia

Regularidad

Función de utilidad del Conductor

Ingresos

Sueldo fijo + horas extras

¿Incentivo perfecto?

INCENTIVO

# ESQUEMA DE INCENTIVO MONETARIO

Pasajeros transportados

Incentivo monetario individual que depende del nivel de transacciones Bip por expedición.

# ESQUEMA DE INCENTIVO MONETARIO

Pasajeros transportados

Las expediciones se categorizan según:

Servicio (10 en total)

Periodo del día (29 en total)

Sentido de la expedición (ida o regreso)

Tamaño del bus (pequeño o grande)

# ESQUEMA DE INCENTIVO MONETARIO

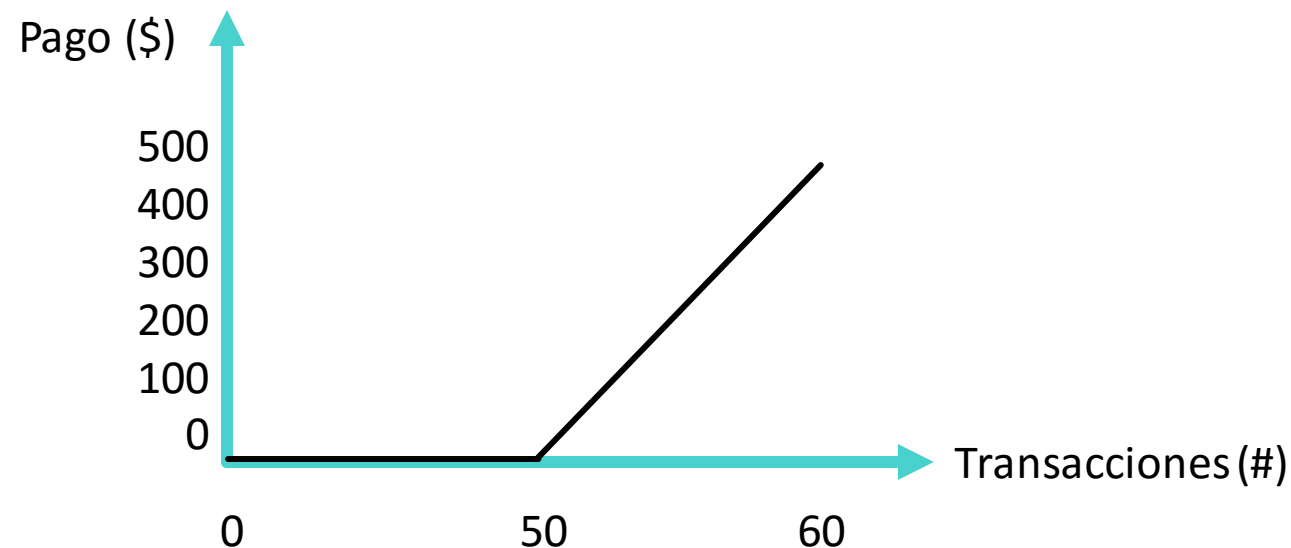
Pasajeros transportados

Para cada tipo de expedición se define un nivel de transacciones que servirá como meta para el conductor, exigencia al 20% mejor.

# ESQUEMA DE INCENTIVO MONETARIO

Pasajeros transportados

- Cada expedición que el conductor realice se compara con las metas de transacciones Bip propuestas.
- Por cada transacción Bip extra sobre un nivel el conductor recibe \$100



EXPERIMENTO



# DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA OPERADORA

Descripción de la empresa y conductores

Empresa operadora del sistema

3 cabezales distintos

10 servicios

Jornadas de 7.5 horas (1 día libre) o 9 horas (2 días libres).

Pacto de jornadas con horas extras de 10 horas diarias.

Dos tipos de turno: AM o PM

	<b>Conductores totales</b>	<b>Servicios</b>
<b>Cabezal 1</b>	<b>127</b>	<b>5</b>
<b>Cabezal 2</b>	<b>40</b>	<b>1</b>
<b>Cabezal 3</b>	<b>95</b>	<b>4</b>

DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS

# DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS

Metodología experimento

¿Qué se necesita?

Grupo de  
tratamiento

Grupo de  
control

2 periodos  
de tiempo

# DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS

Metodología experimento

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * dT + \beta_2 * dP + \delta_1 * (dT * dP)$$

$dT$  captura diferencias entre grupos previas al experimento.

$dP$  captura la diferencia entre periodos.

El coef. de interés es  $\delta_1$  que multiplica la interacción  $dT * dP$  que es lo mismo que una variable dummy igual a 1 cuando se observa un individuo del grupo de tratamiento en el segundo periodo

$$\hat{\delta}_1 = (y_{T,2} - y_{T,1}) - (y_{N,2} - y_{N,1})$$

# VARIABLES DE MULTITASKING

# MULTITASKING

Variables cuantificadas

Variables por expedición:

- Cantidad de transacciones Bip
- Regularidad
- Tiempo de ciclo
- Velocidad media e instantánea

Variables de comportamiento por jornada laboral:

- % de horas de conducción
- % de horas de ocio
- Cantidad de expediciones por turno
- Inasistencias
- Atrasos
- Horas extras

# ESTRATIFICACIÓN

# ESTRATIFICACIÓN

Caracterización de los conductores

Asegura que a lo largo de las diferentes dimensiones los grupos de tratamiento y control sean similares en la práctica.

**Minimización de la varianza.**

Variables:

Sexo

Edad

Nacionalidad

Tiempo trabajando en la empresa

Tipo de turno (AM o PM)

Acuerdo de jornadas con horas extras



# DISEÑO DEL EXPERIMENTO

# DISEÑO DEL EXPERIMENTO

- Se definieron 2 grupos de conductores por cada cabezal utilizando estratificación
- 4 semanas de aplicación del incentivo
- Las dos primeras semanas de agosto el grupo 1 es tratamiento el grupo 2 es control
- Las segundas dos semanas de agosto los grupos se invierten
- 134 conductores participando voluntariamente

	<b>Conductores Participando</b>	<b>Conductores Totales</b>	<b>%</b>
<b>Cabezal 1</b>	<b>45</b>	<b>127</b>	<b>35%</b>
<b>Cabezal 2</b>	<b>29</b>	<b>40</b>	<b>73%</b>
<b>Cabezal 3</b>	<b>60</b>	<b>95</b>	<b>63%</b>

# RESULTADOS

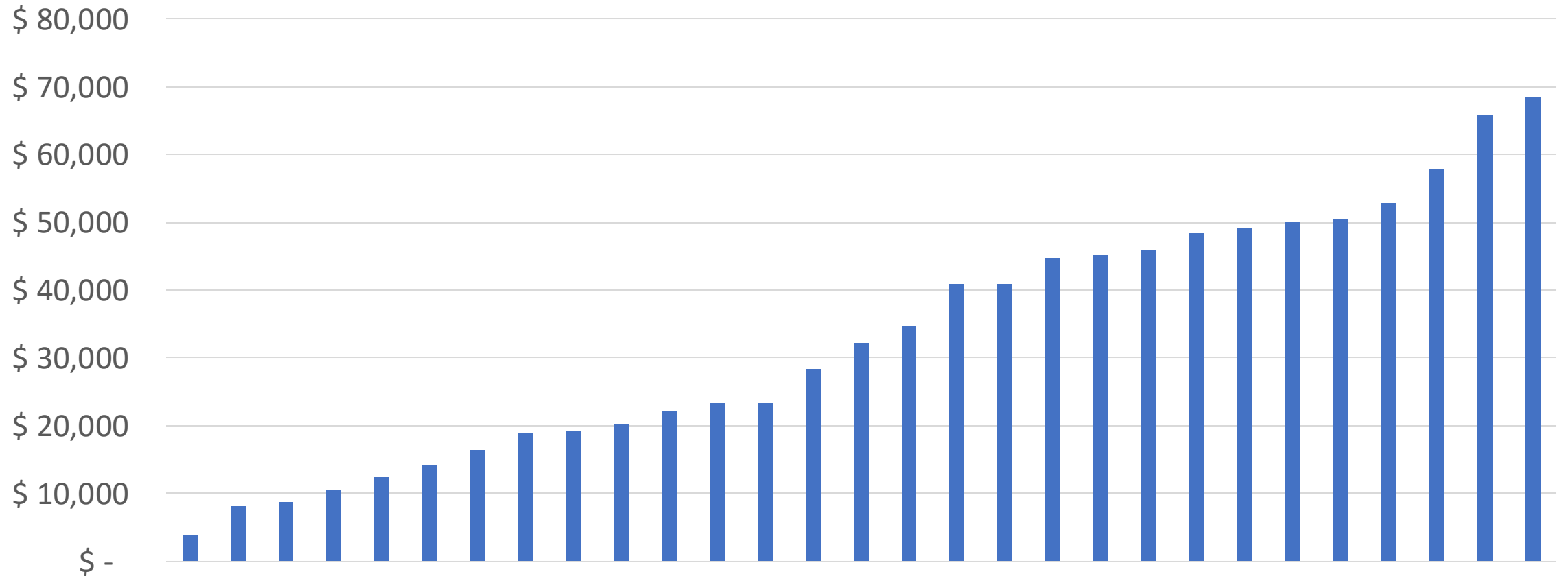
# DIFF IN DIFF PRELIMINARES

Cabezal 2	Grupo 1	Grupo 2
	TRX	TRX
Grupo	-1.297 (2.35)*	0.147 (0.27)
Periodo	-1.683 (2.82)**	0.773 (1.39)
Beta	1.131 (1.38)	2.226 (2.84)**
_cons	25.751 (63.57)**	22.189 (57.32)**
$R^2$	0.00	0.00
$N$	9,161	8,764

# GANANCIA FINAL CONDUCTORES

## INCENTIVO MONETARIO OBTENIDO

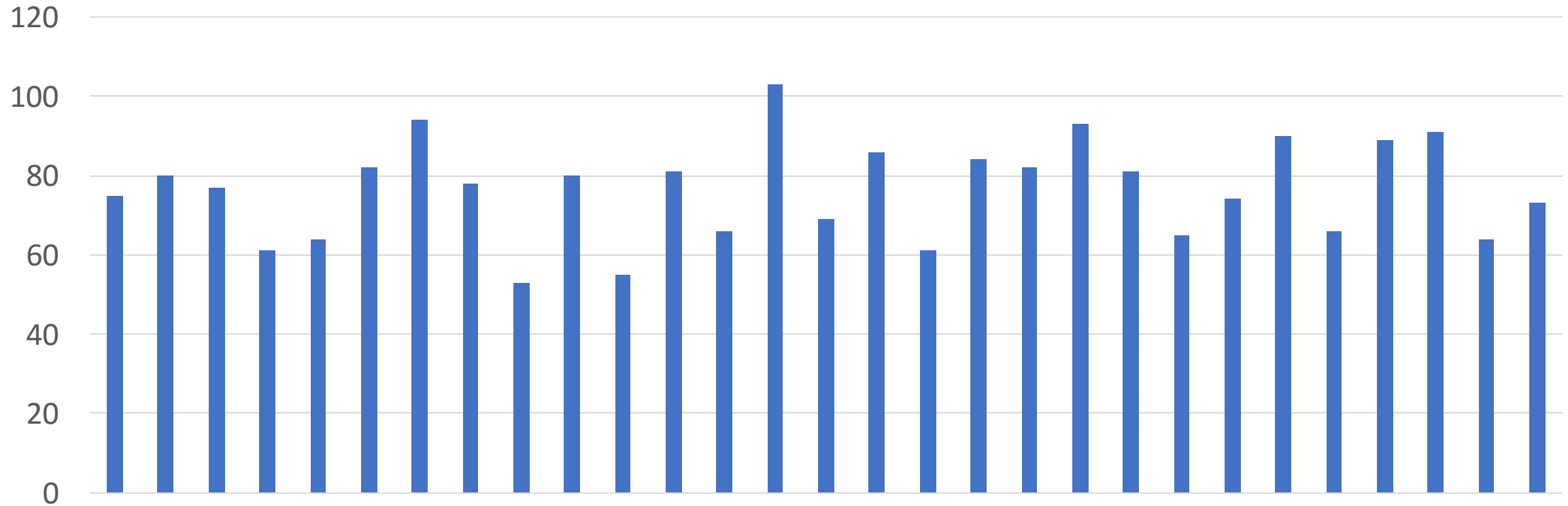
Ganancia monetaria conductores cabezal 2 orden ascendente



# GANANCIA FINAL CONDUCTORES

## INCENTIVO MONETARIO OBTENIDO

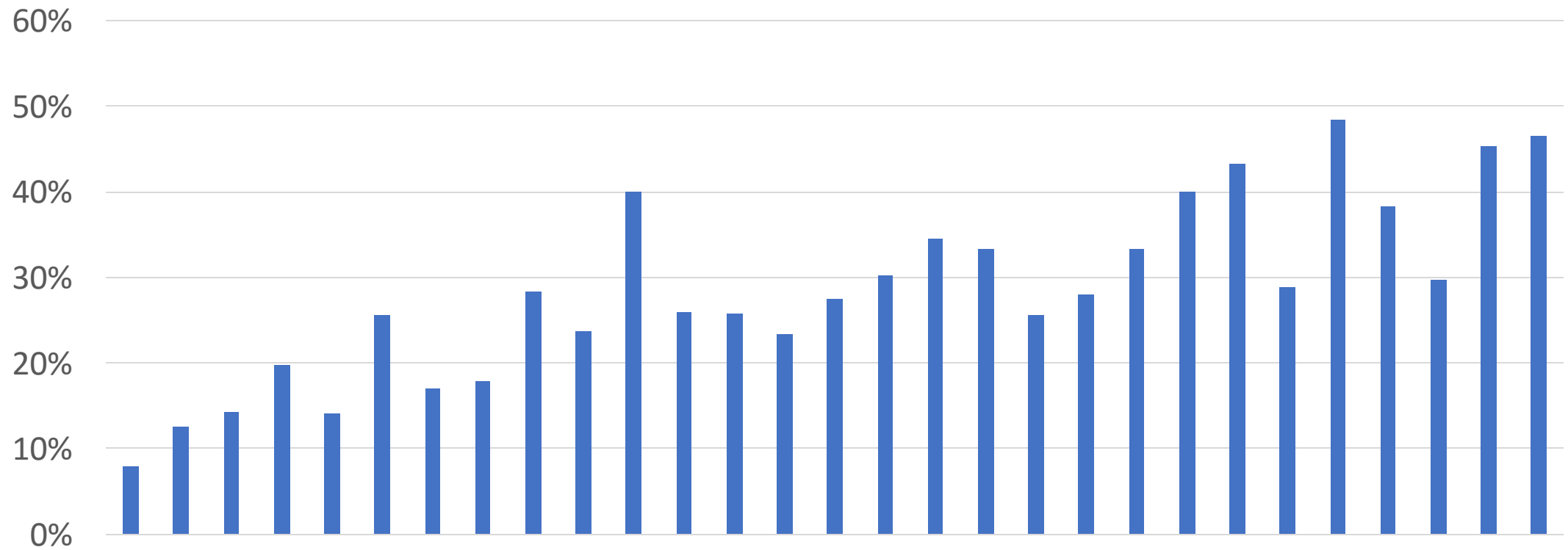
Cantidad de expediciones conductores cabezal 2 orden ascendente según ganancia monetaria



# GANANCIA FINAL CONDUCTORES

## INCENTIVO MONETARIO OBTENIDO

Porcentaje de expediciones con transacciones Bip sobre la meta por conductor en orden ascendente según ganancia monetaria



# CONCLUSIONES PRELIMINARES

En el cabezal 3 con el grupo 2 si hay un efecto del incentivo en las transacciones Bip.

Se puede concluir que si hay una influencia del comportamiento del conductor en la cantidad de transacciones Bip obtenidas por expedición.

Además hay una relación entre cantidad de expediciones que están sobre la meta de transacciones Bip y la cantidad monetario obtenida como bono.



# PRÓXIMOS PASOS

Realizar el análisis con las variables de multitasking

Revisar diferencias en diferencias considerando variables de la estratificación

Analizar los datos con meses anteriores.



# APLICACIÓN DE INCENTIVOS A CONDUCTORES DE TRANSANTIAGO PARA LOGRAR UNA MEJORA EN LA CALIDAD DE SERVICIO

ALEJANDRA CHAPARRO IBARRA

PATRICIA GALILEA

JUAN CARLOS MUÑOZ

JOAQUÍN POBLETE

CCIT 19, SANTIAGO, 2019

# Teoría de Contratos

Modelo económico

Principales componentes de las Funciones de Utilidad

Función de utilidad Empresa Operadora

Ingresos

Kilómetros recorridos

**Pasajeros transportados**

Capacidad de transporte

Descuentos

Frecuencia

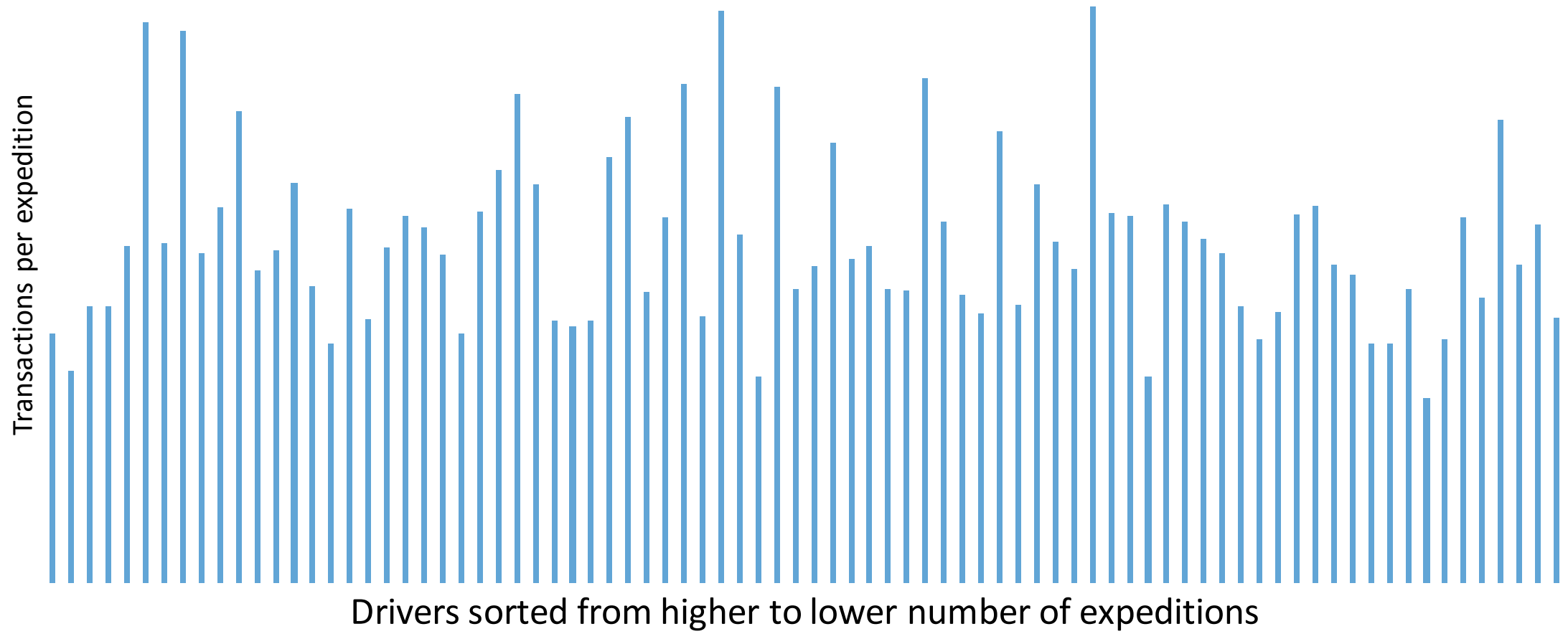
Regularidad

Función de utilidad del Conductor

Ingresos

Sueldo fijo + horas extras

TRX/EXP Depot 1  
April 2019



TRX/EXP Depot 2  
April 2019

Transaction per expedition



Drivers sorted from higher to lower number of expeditions

# Teoría de Contratos

## Modelo económico

Rendimiento  $q \in \{0,1\}$ , 1 es éxito y 0 fracaso

Salario del agente  $w$ ,  $w_0$  en caso de fracaso,  $w_1$  en caso de éxito

Esfuerzo  $a \in [0, \infty)$

Probabilidad de éxito  $P_r(q = 1|a) = p(a)$

*cóncava y estrictamente creciente en  $a$ , con  $p(0) = 0$  y  $p(\infty) = 1$*

Función de utilidad del principal  $V(q - w)$  donde  $V'(\cdot) > 0$  y  $V''(\cdot) \leq 0$

Función de utilidad del agente  $u(w) - a$  donde  $u'(\cdot) > 0$  y  $u''(\cdot) \leq 0$

# Teoría de Contratos

## Modelo económico

Utilidad del principal  $p(a)V(1 - w_1) + (1 - p(a))V(-w_0)$

Utilidad del agente  $p(a)u(w_1) + (1 - p(a))u(w_0) - a$

$$\max_{a, w_0, w_1} \{p(a)V(1 - w_1) + (1 - p(a))V(-w_0)\}$$

s. a.  $p(a^*)u(w_1) + (1 - p(a^*))u(w_0) - a^* \geq 0$

$$a \in \arg \max_{a^*} p(a^*)u(w_1) + (1 - p(a^*))u(w_0) - a^*$$

# DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS

Metodología experimento

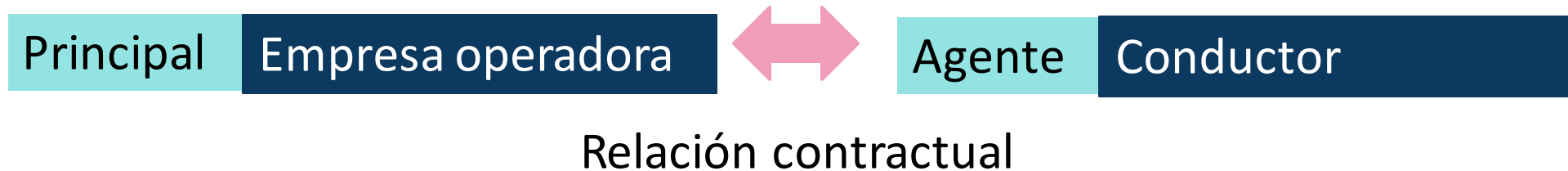
Elimina sesgo en las comparaciones entre los grupos en el segundo período que podrían ser el resultado de las diferencias permanentes entre estos.

Elimina sesgo de las comparaciones a lo largo del tiempo que podrían ser el resultado de las tendencias.



# Teoría de Contratos

Modelo económico



El agente aplica un esfuerzo y genera un determinado rendimiento.

El principal observa solo el rendimiento y no el esfuerzo.

El principal maximiza su función de utilidad que depende del rendimiento y del sueldo asociado a ese determinado rendimiento del agente.

El agente optimiza su función de utilidad de acuerdo a su sueldo que depende del rendimiento que obtiene con un determinado esfuerzo

# DIFF IN DIFF PRELIMINARES

Grupo 1	Todos los cabezales	Cabezal 1	Cabezal 2	Cabezal 3
	TRX	TRX	TRX	TRX
G1	0.392 (1.21)	1.772 (3.89)**	-1.025 (1.36)	-1.297 (2.35)*
P	-0.927 (2.76)**	-0.398 (0.83)	-0.509 (0.74)	-1.683 (2.82)**
beta	0.034 (0.07)	-0.849 (1.28)	0.983 (0.92)	1.131 (1.38)
_cons	20.965 (91.60)**	17.509 (53.64)**	19.519 (41.78)**	25.751 (63.57)**
$R^2$	0.00	0.00	0.00	0.00
$N$	24,029	9,861	5,007	9,161

# DIFF IN DIFF PRELIMINARES

Grupo 2	Todos los cabezales	Cabezal 1	Cabezal 2	Cabezal 3
	TRX	TRX	TRX	TRX
G2	-0.381 (1.16)	-0.944 (1.97)*	0.087 (0.12)	0.147 (0.27)
P	1.830 (5.48)**	2.142 (4.50)**	3.314 (4.11)**	0.773 (1.39)
beta	0.691 (1.47)	-0.500 (0.74)	-0.076 (0.07)	2.226 (2.84)**
_cons	19.450 (83.35)**	17.967 (53.02)**	17.310 (31.99)**	22.189 (57.32)**
$R^2$	0.00	0.00	0.01	0.00
$N$	23,251	9,874	4,613	8,764