

# Tesis de Grado de Maestría

Programa de Maestría en Dirección de Empresas  
Escuela de Negocios de la Universidad Torcuato di Tella

Análisis de Factibilidad de un Proyecto de Movilidad e Innovación en la Industria  
del Estacionamiento Urbano Considerando La Perspectiva del Municipio,  
Conductores y Operadores

MBA Intensivo 2013

Alumno:  
Félix Andrés Caicedo Murillo

Buenos Aires, 1 de Mayo de 2015

## Agradecimientos

Muchas personas hicieron que esto fuera posible. Distintos tipos de apoyo recibí, por lo cual tengo un especial sentimiento de gratitud y cariño por mi esposa María, y mis hijos Teresa, Mariano y Benjamín. Los quiero desde siempre.

Por sus palabras de aliento y constante compañía, estoy eternamente agradecido con Zully, Alex y Stella; Esteban también está, a su modo, presente.

Especialmente a Oscar y María Teresa por creer que innovar o reinventarse es posible, y por el voto de confianza.

Finalmente agradezco a la dirección del programa del MBA en la Universidad Torcuato di Tella, por la oportunidad brindada, así como a su cuerpo docente, por el trato amable que siempre tuvieron conmigo, y a los compañeros de curso, por ser amigos, especialmente Natalia y principalmente Paulo, con quien durante varios fines de semana y horas en la noche desarrollamos la idea de un plan de negocio.

## Resumen

La concentración de núcleos de actividad que incluyen puestos de trabajo, colegios, consultorios médicos o supermercados, y las pautas típicas de funcionamiento de estas instalaciones en términos de horario de apertura y cierre, definen intrínsecamente el cómo y cuándo se realiza un viaje a pie, en bicicleta, motocicleta, automóvil o transporte público masivo; además, tiene efecto y participación en la simultaneidad con la que se realizan estos viajes. La infraestructura destinada a la movilidad tiene una capacidad limitada, y cada vez es más común experimentar los efectos de la congestión en todos los modos de transporte.

En términos de movilidad, todas las alternativas para desplazarse presentan ventajas y desventajas. Particularmente el automóvil, que permite realizar viajes casi de puerta a puerta, en los que conductores y pasajeros pueden regular ciertos elementos de confort, elegir la ruta o ajustar la velocidad de avance, desplazarse en automóvil implica asumir costos tales como depreciación, desgaste del motor, combustible, lubricantes, líquido de frenos, lavado, peajes y estacionamiento. Este último, dado su impacto en el reparto modal, es considerado un elemento más de regulación en la definición de políticas de transporte y movilidad, ya sea en su tipo, ubicación, cantidad o tarifa.

Una parte de la oferta de estacionamientos fuera de la vía pública permite reservar un lugar a través de una página web, así el operador tiene una mejor estimación de la demanda, y se genera para el usuario la sensación de tener un lugar disponible con anticipación –implícitamente una reducción en el tiempo invertido en la búsqueda.

Considerando que en entornos urbanos tres de cada diez vehículos que circula por las calles ya llegó a su destino, y empeora las condiciones de congestión simplemente porque no encuentra un lugar para aparcar, vale la pena considerar si algunas de las propuestas implementadas en otros entornos e industrias pueden ser adaptadas.

En este documento se analiza el marco conceptual y el análisis de la industria del estacionamiento con énfasis en la realización de reservas, como elemento que permite planificar los viajes hacia las zonas de atracción de viajes en una ciudad. Se identifican los actores clave en la industria del estacionamiento, los factores que influyen significativamente en la realización de reservas en zonas de parquímetros, y se propone un modelo de optimización que permite realizar la gestión de reservas e identificar los requerimientos técnicos para reservar espacios en zonas de parquímetros.

## Palabras Clave

Congestión, Medio ambiente, Parking, Reserva, Revenue Management, Tag

## [Agradecimientos](#)

### [Resumen](#)

### [Palabras Clave](#)

## [1. Introducción](#)

### [1.1. Situación de análisis](#)

### [1.2. Preguntas](#)

### [1.3. Objetivos](#)

### [1.4. Metodología](#)

## [2. La Industria](#)

### [2.1. Análisis](#)

### [2.2. Tendencias Mundiales](#)

#### [2.2.1. Smart Cities](#)

#### [2.2.2. Smart Parking](#)

#### [2.2.3. Performance Parking](#)

### [2.3. Actores relevantes](#)

#### [2.3.1. Operadores a nivel mundial](#)

##### [2.3.1.1. Streetline Inc. & Cisco Systems](#)

#### [2.3.2. Operadores de Parquímetros en Santiago de Chile](#)

### [2.4. La Comuna de Providencia](#)

## [3. Propuesta Tecnológica Para Reservar Estacionamientos en la Vía Pública en Santiago de Chile](#)

### [3.1. Descripción](#)

### [3.2. Eventos de Interés](#)

#### [3.2.1. Inventariado](#)

#### [3.2.2. Disponibilidad](#)

#### [3.2.3. Identificación](#)

#### [3.2.4. Asignación](#)

#### [3.2.5. Transmisión](#)

#### [3.2.6. Recepción y Actualización](#)

## [4. Cobro Óptimo de Recargo por Reservar](#)

## [5. Análisis de la Disponibilidad Para Realizar Reservas](#)

### [5.1. Introducción a la encuesta](#)

### [5.2. Descripción de los participantes](#)

### [5.3. Estimación de parámetros](#)

### [5.4. Conclusiones operativas y de segmentación](#)

## [6. Contexto y Prefactibilidad Legal](#)

[6.1. Beneficios sociales esperados](#)

[6.2. Análisis de factibilidad](#)

[7. Conclusiones](#)

[Bibliografía](#)

## 1. Introducción

### 1.1. Situación de análisis

En el presente, es posible observar la dinámica con la que las personas se desplazan de un lugar a otro e identificar patrones regulares. Un viaje, de origen a destino, está motivado por el deseo u obligación de realizar una actividad, y para realizarse se consideran opciones disponibles. Si se trata de un entorno urbano, para realizar un viaje las personas pueden desplazarse a pie, en bicicleta, en transporte público o en vehículo privado, sea en motocicleta o en automóvil.

La concentración de centros de actividad, tales como puestos de trabajo, colegios, consultorios médicos o supermercados, y las pautas típicas de funcionamiento de estas instalaciones en términos de horario de apertura y cierre, definen intrínsecamente el cómo y cuándo se realiza un viaje; además, tiene efecto y participación en la simultaneidad con la que se realizan los viajes.

De esta forma, millones de personas se organizan y toman decisiones simultáneamente; decisiones que tienen impacto directo en la infraestructura de vialidad de una ciudad. Es así como a determinadas horas, el número de autos que quiere acceder a una zona de la ciudad es tal que supera la capacidad que las vías pueden soportar, el número de pasajeros que quieren abordar es superior a la capacidad del tren o la cantidad de personas que quieren atravesar una intersección supera el espacio dispuesto para esperar a que el semáforo les permita iniciar el movimiento de forma segura.

El hecho de contar con distintos tipos de infraestructura vial limitada por su propia capacidad obliga a las personas a convivir con las consecuencias de ésta; es así como un conjunto de personas esperando un bus forma una fila en el paradero o se agrupan en la estación del metro subterráneo (Subte). Al focalizarse en los vehículos privados, toda vez que el número de vehículos intentando circular por un tramo vial (o intentando atravesar una intersección) es superior a la capacidad también se forma una acumulación. Se trata efectivamente de una fila, una agrupación de vehículos simultánea con dos peculiaridades: no pueden avanzar a la velocidad que desean y la velocidad de un vehículo está condicionada por los demás.

De hecho, desde la perspectiva de la movilidad urbana o la Ingeniería de Transporte, el término “congestión” está ligado específicamente a la situación o momento en que un nuevo vehículo reduce la velocidad del pelotón de vehículos, no antes ni después. Es decir que el inicio de la congestión es imperceptible, y se experimenta con fuerza y sin ningún tipo de dudas cuando un conjunto de conductores se encuentra totalmente detenido en su vehículo teniendo la voluntad de avanzar.

Al focalizarse en el parque vehicular motorizado, la congestión está más relacionada con la densidad que con la velocidad, aunque depende de ambas. Están relacionadas de forma tal que bajo ciertas circunstancias, si la densidad es alta (i.e.: autos por unidad de longitud en cada pista o carril) entonces la velocidad es baja.

En términos de movilidad, todas las alternativas para desplazarse presentan ventajas y desventajas. Es así como la bicicleta es el modo de transporte más eficiente desde el punto de vista energético, y del uso del espacio de una ciudad pero pierde su atractividad en un día de lluvia, con bajas temperaturas o

en zonas inseguras (accidentalidad o crimen); el transporte público permite ser accedido mediante la compra de un pasaje cuyo costo es muy bajo (normalmente subvencionado), es flexible en cuanto a la definición de rutas y paraderos, y cubre una gran extensión de la ciudad, pero implica compartir el espacio con otros, ajustarse a una frecuencia preestablecida y el pasajero carece de influencia en la velocidad del servicio (es decir que quien va tarde a una reunión no puede elegir modificar la ruta o ir más rápido); finalmente está el automóvil, que permite realizar viajes casi de puerta a puerta, en los que conductores y pasajeros pueden regular la temperatura, audio y demás elementos de confort, elegir la ruta o ajustar la velocidad de avance, sin embargo, implica mayores costos de mantenimiento y operación que las alternativas descritas anteriormente.

Desplazarse en automóvil implica asumir ciertos costos: depreciación, desgaste del motor, combustible, lubricantes, líquido de frenos, lavado, peajes y estacionamiento. El estacionamiento es tan importante, que impacta en el reparto modal y es considerado un elemento más de regulación en la definición de políticas de transporte y movilidad, ya sea en su tipo, ubicación, cantidad o tarifa.

En la práctica, un conductor puede tener a su disposición un lugar para aparcar, sea o no de su propiedad. Aquellos que no disponen de un lugar para aparcar deben basar sus decisiones en experiencias previas, información en tiempo real o en su propia intuición. Normalmente se pensaría que el conjunto anteriormente mencionado es suficiente para un tomador de decisiones, pues éste también es considerado para elegir un vuelo en avión o un hotel para alojarse.

Lo cierto es que la industria del hospedaje o de las aerolíneas cuenta con una sofisticación mayor, basada en tecnologías de información; y dicha sofisticación tiene repercusiones importantes en relación con la planificación. Es decir, en raras ocasiones una persona se acerca al aeropuerto para comprar un ticket allí, sin reservar previamente un vuelo; páginas web como Edreams (2015), Viajar (2015) o Despegar (2015) permiten no solo planificar el vuelo sino la experiencia completa del viaje al incluir opciones de alojamiento por medio de reservas.

En el caso puntual de los estacionamientos de los aeropuertos tienen distintas funciones para distintos usuarios: a) vienen a recoger a un pasajero, b) vienen a dejar a un pasajero, c) dejan su auto para tenerlo disponible una vez que regresan del viaje; con lo cual la superficie para aparcar está dividida en tres zonas, contando un un área especial para aquellos pasajeros que buscan un auto que han alquilado por días.

Hoy en día y con mayor frecuencia, los aeropuertos normalmente ubicados en las afueras de la ciudad ofrecen la posibilidad de reservar un lugar en el estacionamiento a través de su página web (AirportParkingReservations, 2015; Airportparking, 2015). Para el operador es posible tener una mejor estimación de la demanda, y para el usuario se genera la sensación de tener un lugar disponible con anticipación -por lo que parte del proceso de aparcar está resuelto.

En relación con las reservas en garajes privados en entornos urbanos, ParkCloud (2015) es un proveedor global de reservas de estacionamiento y servicios de marketing on-line en 30 países distribuidos en 5 continentes, cuyo objetivo es conectar conductores y espacios para aparcar, ofreciendo precios menores a los pagados y cobrando una comisión cada vez que el cliente llega a la instalación. Desde el año 2008 su foco principal han sido los estacionamientos de aeropuertos y puertos; recientemente han incorporado los estacionamientos de estaciones de tren y otros en zonas urbanas. Según Parking-Net (2015), el servicio de reservas en el centro de las ciudades europeas de

ParkCloud presenta un crecimiento sostenido (a razón de 5 veces), es decir que los conductores replican su proceder en aeropuertos y puertos, en los que se garantizan los espacios disponibles a través de una reserva (a través de una plataforma on-line) y la búsqueda de espacios libres no está completamente gobernada por un proceso estocástico o por la acción de elementos aleatorios.

La oferta y servicios asociados al estacionamiento a nivel mundial es muy diferente a lo observado en las capitales latinoamericanas. Si bien ciudades como San Francisco (USA), Londres (UK), Santander (ES) o Wellington (NZ) cuentan con dispositivos instalados en la calle con los cuales se realiza un inventario de plazas libres y ocupadas en tiempo real, y se ajusta el valor de la tarifa en base a objetivos prefijados por la administración municipal, las capitales latinoamericanas preparan su oferta en términos en base a zonas de parquímetros, playas y edificaciones (garajes) de estacionamiento fuera de la vía pública; un ejemplo de lo anterior es Santiago de Chile (CL), que para objeto de comparación es analizada en este documento.

Considerando que en entornos urbanos tres de cada diez vehículos que circula por las calles ya llegó a su destino, y empeora las condiciones de congestión simplemente porque no encuentra un lugar para aparcar (Shoup, 2007), vale la pena considerar si algunas de las propuestas implementadas en otros entornos e industrias pueden ser adaptadas en zonas de parquímetros. Se trata de explorar los beneficios que puede brindar el contar con información histórica y en tiempo real de estacionamiento, y su influencia en alguno de los siguientes procesos: planificar, conducir, buscar, esperar, aparcar, pagar, buscar el vehículo y retirarse. Particularmente, los beneficios de realizar reservas en estacionamientos localizados en entornos urbanos.

Nótese que el proceso de búsqueda de espacios para aparcar, al tener repercusiones en la congestión, impacta directamente en la contaminación y en la calidad del aire, esto en un entorno en el que las altas edificaciones impiden la circulación de gases que causan el efecto invernadero y empeoran la calidad de vida.

## 1.2. Preguntas

Las preguntas de investigación son las siguientes:

- ¿Quiénes conforman la industria del estacionamiento?
- ¿Cuáles son las tendencias mundiales en estacionamiento?
- ¿Puede una ciudad afrontar sus desafíos de movilidad utilizando de forma inteligente la tecnología?
- ¿Quiénes son los principales competidores y operadores a nivel mundial en la industria del estacionamiento?
- ¿Es posible reservar espacios para aparcar en una zona urbana de parquímetros?
- ¿Cuáles son los factores que influyen en la decisión de realizar una reserva?
- ¿Cómo se determina el cobro óptimo por aparcar y la cantidad óptima de espacios que deben ser reservados?
- ¿Es posible reducir los tiempos de búsqueda de estacionamiento, ser consciente con el medio ambiente y al mismo tiempo ser rentable económicamente?

### 1.3. Objetivos

El objetivo general consiste en explorar el marco conceptual y el análisis de la industria del estacionamiento con énfasis en la realización de reservas, como elemento que permite planificar los viajes hacia las zonas de atracción de viajes en una ciudad.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar a actores clave en la industria del estacionamiento
- Describir las tendencias tecnológicas a nivel mundial en la industria del estacionamiento
- Identificar los factores que influyen significativamente en la realización de reservas en zonas de parquímetros
- Proponer un modelo teórico que permita realizar la gestión de reservas en zonas de parquímetros
- Identificar los requerimientos técnicos que permiten realizar reservas en zonas de parquímetros

### 1.4. Metodología

Este documento fue organizado en seis capítulos. El capítulo 1 presenta la situación problema, los planteamientos que éste genera y la formulación de los objetivos a desarrollar. El capítulo 2 describe la industria del estacionamiento, con énfasis en los desarrollos tecnológicos a nivel mundial. El capítulo 3 presenta los requerimientos de un sistema de reserva, en relación a equipos y protocolos. En el capítulo 4 se propone un modelo de gestión de reservas a manera de función objetivo, en la que se explicitan restricciones de tipo operativo y económico-financiero. El capítulo 5 presenta un estudio que evidencia los factores relevantes en la decisión de aparcar a través de una encuesta online de preferencias declaradas, y el capítulo 6 resume los beneficios generados por el sistema propuesto desde la perspectiva de un municipio.

## 2. La Industria

### 2.1. Análisis

La industria de estacionamiento agrupa a operadores de infraestructura, constructores, distribuidores de tecnología, consultores, administración municipal y desarrolladores de apps: (Dunst,K.,2013):

- **Operadores:** son empresas o personas naturales, propietarios o habilitadas por medio de una concesión para ofrecer el servicio de estacionamiento por un periodo de tiempo limitado y cobrar por este servicio, proveyendo espacios, señalización, guiado, información, asistencia y/o tecnología, ya sea en una instalación de uso público o privado. A menudo se encargan de proponer tarifas cuando éstas no son reguladas por un ente municipal, mantener las instalaciones, gestionar personas, y adquirir equipos y tecnología.
- **Constructores:** empresas especializadas en realizar presupuestos de obra, definir requerimientos estructurales tales como materiales o dimensiones, y construir instalaciones de estacionamientos, subterráneos, playas (lotes) o edificios.
- **Distribuidores de tecnología:** empresas multinacionales que ofrecen soluciones tecnológicamente probadas para estacionamientos en aeropuertos, instalaciones deportivas o estacionamientos en entornos urbanos fuera de la vía pública, útiles para controlar el acceso de vehículos y personas, así como la recolección e ingresos -hardware y software.
- **Consultores/diseñadores:** encargados normalmente mediante tercerización, del diseño funcional de una instalación de estacionamientos, diseño arquitectónico, paisajismo, estudios de impacto vial, estudios de demanda, asesoría legal y definición de requerimientos tecnológicos.
- **Administración municipal:** define el plan regulador, que dentro del marco estatal le permite concesionar espacios públicos para construir y/u operar estacionamientos, zonas de estacionamientos, definir tarifas máximas y mínimas, requisitos de vialidad, seguridad y acceso, y canalizar las inquietudes de los vecinos.
- **Desarrolladores de Apps:** proveen información histórica georeferenciada, en tiempo real o un pronóstico del uso de los espacios de estacionamiento directamente en un Smartphone o dispositivo móvil para asistir la toma de decisiones; una vez definido el destino, permiten filtrar opciones de estacionamiento en base a atributos cualitativos y cuantitativos tales como el horario de operación, tarifas máxima a pagar o distancia máxima a caminar.

El segmento de interés corresponde a los operadores, específicamente de parquímetros (estacionamiento en la calle), que tangencialmente se relaciona con la industria de operadores de garajes de estacionamiento en entornos urbanos -con esta última argumentación se excluye a los estacionamientos tipo Park & Ride, vinculados a sistemas de transporte masivo y localizados en la periferia de las ciudades. En este segmento la tecnología juega un rol muy importante. Distintos enfoques se pueden encontrar en el mundo.

- **Semiautomáticos:** Se utilizan equipos fijos, instalados en las aceras, que controlan el inicio y final de la estadía de los vehículos aparcados en la calle. Funcionan con monedas en versión de prepago, recargando el medidor o una tarjeta, y postpago una vez que termina la estadía -ya

sea directamente en el medidor, con monedas, tarjeta de crédito o en la modalidad “pay-by-phone” usando el celular.

- **Con fiscalizadores:** En el caso de Chile, es común que los espacios concesionados para parquímetros sean controlados por personas. El rol de controlar o fiscalizar descansa en empleados de la empresa concesionaria, quienes además se encargan de emitir boletas de cobro y realizar el recaudo. Utilizan minicomputadores portátiles con impresora acoplada, en los que registran los eventos de llegada y salida con la patente de un automóvil.

## 2.2. Tendencias Mundiales

El reparto modal, como término, se refiere a la cifra porcentual correspondiente al uso de distintos modos de transporte en relación al número de viajes que se realizan por día. Al analizar este indicado para ciudades en el mundo con más de un millón de habitantes (Modal share, (n.d), In Wikipedia), se observa al final del resumen de la Tabla 2.1 que la cuota de mercado del automóvil puede llegar a ser inferior al 10% en París (Francia) o superior al 90% en Indianapolis (USA); bajo este último escenario en particular se han generado propuestas específicas que buscan regular la circulación de vehículos en el centro de la ciudad a través de un manejo integral de la oferta de transporte. En esta sección resulta de interés analizar dos de estas tendencias: Smart Cities, Smart Parking y Performance Parking.

### 2.2.1. Smart Cities

Se denomina Smart City (Smart City, (n.d), In Wikipedia) aquella que utiliza tecnología de información para aumentar la eficiencia con la que se utiliza la infraestructura de apoyo para actividades económicas, sociales, o culturales. Existe gran participación de los ciudadanos en la toma de decisiones, procesos de innovación, aprendizaje, adaptabilidad; también una fuerte integración entre la inteligencia artificial y la colectiva dentro de la ciudad, soportada por la combinación de redes de telecomunicación digital, ubicuidad (referida al acceso y presencia espacial), sensores, equipos de detección y software.

El concepto de una Smart City apunta hacia el bienestar general de los ciudadanos, reduciendo costos y el consumo de recursos. Por supuesto que las aplicaciones de un concepto como este son variadas, entre las cuales se encuentran empoderamiento, educación, energía, medio ambiente, salud, seguridad y cómo no, el transporte -referido a automóviles, transporte público masivo o bicicletas.

Si bien las Smart Cities fueron concebidas en un contexto marcado por grandes cambios climáticos, reestructuraciones económicas, presión sobre las finanzas públicas, envejecimiento de la población, y la transición hacia el entretenimiento y el retail on-line, dicho concepto (que hoy es una realidad en las principales capitales del mundo) define un mercado global para servicios en entornos urbanos de 400.000 millones de dólares anuales (Arup Group Limited, (n.d), In Wikipedia) para el año 2020.

## 2.2.2. Smart Parking

Otro concepto que vale la pena analizar es el denominado Smart Parking. La plataforma digital de una Smart City, así como los sensores (en el pavimento, postes de energía o fachadas de edificios) y la capacidad de capturar información permite optimizar procesos que normalmente no son eficientes, e.g.: buscar un lugar para aparcar; o aumentar niveles de eficiencia, e.g.: aumentar/reducir la utilización, ingresos, etc.

Se busca, entonces, disponer de información en tiempo real y georeferenciada de la cantidad de espacios utilizados y los disponibles para aparcar ya sea en la vía pública o en garajes de estacionamiento ubicados fuera de la vía pública. Ofrecen servicios tales como i) análisis de datos y reportes, ii) cloud-based, exportación, trabajo, colaborativo, iii) implementación de cambios en política de estacionamiento, calibración y análisis de impacto (Streetline Unveils Next Generation Cloud-Based Parking Data and Analytics Platform, ParkSight™ 2.0, 2014). Este concepto está soportado por otro llamado Internet of Things (IoT), un conjunto de redes inalámbricas y sensores que transmiten y reciben datos utilizando protocolos M2M (machine to machine).

**Tabla 2.1. Reparto modal de viajes realizados por trabajo**

Ciudad	Camina r	Bicicleta	Transporte público	Vehículo automotor privado	Año
Paris	61%	3%	27%	9%	2010
Tokyo	23%	14%	51%	12%	2008-2009
Mumbai	27%	6%	52%	15%	2008-2011
Bogotá	15%	2%	64%	19%	2008
Delhi	21%	12%	48%	19%	2008-2011
Barcelona	35%	12%	33%	20%	2012
Shanghai	27%	20%	33%	20%	2009-2011
Beijing	21%	32%	26%	21%	2005-2011
Vienna	26%	7%	39%	28%	2014
New York City	10%	1%	55%	29%	2009
Berlin	29%	15%	26%	30%	2012
Madrid	36%	0%	34%	30%	2006

Prague	23%	1%	43%	33%	2009
Singapore	22%	1%	44%	33%	2011
London	21%	2%	44%	34%	2011
Warsaw	5%	1%	60%	34%	2009
Munich	28%	17%	21%	37%	2011
Osaka	27%	0%	34%	39%	2000
Hamburg	28%	12%	18%	42%	2008
Brussels	25%	2.5%	28%	43%	2010
Washington	11%	2%	37%	43%	2009
Daejeon	26%	2%	28%	44%	2012
Boston	14%	2%	35%	45%	2009
Budapest	22%	2%	30%	46%	2004
San Francisco	10%	3%	32%	46%	2009
Taipei	15%	4%	33%	48%	2009-2010
Toronto	7%	2%	34%	56%	2006
Philadelphia	9%	2%	25%	60%	2009
Chicago	6%	1%	27%	61%	2009
Seattle	8%	3%	20%	63%	2009
Rome	7%	0%	24%	68%	2001
Portland	6%	6%	12%	70%	2009
Sydney	5%	1%	21%	74%	2006
Los Angeles	3%	1%	11%	78%	2009
Melbourne	4%	2%	14%	80%	2012

Brisbane	4%	1%	14%	81%	2006
San Diego	3%	1%	4%	85%	2009
Adelaide	3%	1%	10%	86%	2006
Perth	3%	1%	10%	86%	2006
Houston	2%	0%	4%	88%	2009
Phoenix	2%	1%	3%	88%	2009
Auckland	3%	1%	6%	89%	2009-2012
Dallas	2%	0%	4%	89%	2009
Las Vegas	3%	0%	3%	89%	2009
San José	2%	1%	3%	89%	2009
San Antonio	2%	0%	3%	90%	2009
Indianapolis	2%	1%	2%	92%	2009

Algunas de las ventajas de este sistema se listan a continuación:

- La información sobre la disponibilidad de espacios segregada espacialmente, a través de la IoT (Rivera,J., 2014) es finalmente contrastada por los usuarios, junto con la distancia entre el lugar de estacionamiento y el destino final, tarifa o condiciones climáticas.
- Considerando que las concesiones de estacionamiento regularmente generan la segunda o tercera fuente de ingresos para un municipio, éstos pueden aumentarse entre 20-30% con el uso de una plataforma de Smart Parking (How Smart Parking Makes Way for Smart Cities, March), en base a aumentos en la rotación y el control de infractores (ilegal, personas de movilidad reducida, zonas de carga, taxis o ambulancias).
- La misma infraestructura que permite controlar el uso de espacios de estacionamiento también puede utilizarse para medir la temperatura de la superficie y el nivel de ruido (How Smart Parking Makes Way for Smart Cities Bog, 2014).
- El manejo de la demanda de conductores que buscan dónde aparcar genera importantes reducciones en los tiempos de búsqueda y en las emisiones de gases contaminantes tales como CO y NO<sub>2</sub>.

Países como los Estados Unidos de América, Alemania, España, Australia, Nueva Zelandia o el Reino Unido cuentan con Smart Parking en sus principales ciudades.

### 2.2.3. Performance Parking

Es el término acuñado a una oferta de estacionamiento cuyo costo es variable, que proviene de investigaciones realizadas sobre el comportamiento de conductores en busca de un lugar para aparcar (Shoup,D.1997). El costo en mención es variable según un objetivo prefijado, por ejemplo reducir la congestión, el número de autos buscando un lugar para aparcar o el uso incorrecto de los lugares de estacionamiento.

Con el objetivo de mantener la utilización entre 85-90% (porcentaje fijado para garantizar que siempre habrá disponibilidad de espacios), esta técnica permite ofrecer costos diferenciados según la ubicación o periodo de tiempo, de forma que las zonas con mayor demanda son más caras que aquellas con menor demanda con la esperanza de modificar las decisiones tomadas por los conductores; funciona actualmente en San Francisco administrado por la compañía SFPark o Los Ángeles dentro de este concepto también se incluye la opción de variar la tarifa de acuerdo con la duración.

## 2.3. Actores relevantes

De acuerdo con un análisis realizado por Frost & Sullivan, la industria de aparcamiento mundial mueve cerca de 100.000 millones de dólares y se espera que atraiga 200-250.000 más en inversiones estratégicas en los próximos 3-5 años (Dalal,A., 2014). Gran parte de este capital se concentrará en mejorar las ineficiencias de los procesos relacionados con aparcar.

Esta sección describe a los operadores de estacionamiento en Smart Cities con Smart Parking, así como actuales operadores locales, por considerarlos posibles competidores.

### 2.3.1. Operadores a nivel mundial

Se han identificado soluciones muy cercanas a la tecnología que propone SRP, con el objetivo de mejorar los procesos relacionados con la experiencia de aparcar.

#### 2.3.1.1. Streetline Inc. & Cisco Systems

La primera es una empresa privada que opera con base en San Francisco y su sede principal está en Foster City (California), desarrollando en distintas ciudades de Estados Unidos de América una plataforma de asistencia para el estacionamiento basada en sensores, interconectividad, dispositivos móviles y páginas web, cuyo objetivo es primordialmente reducir lo tiempos de búsqueda invertido por los conductores, por medio de la recolección y análisis de información. Entre los inversores de esta compañía se encuentran Sutter Hill Ventures, RockPort Capital Partners, Fontinalis Partners (co-fundada por el Presidente de Ford Motor Company, Bill Ford), True Ventures, Citi, y Qualcomm Incorporated a través de su grupo de inversiones Qualcomm Ventures. Son los creadores de la aplicación Parker™ (gratuita), que ofrece guiado en tiempo real a través de Smartphones y sistemas de navegación de vehículos. Su portafolio se completa con los siguientes productos: ParkSight™ 2.0 (Next-generation parking analytics platform), ParkEdge™ (Parking inventory management platform), ParkerMap™ (Parking map for any website); esto le permite registrar más de 340 millones de ventos de estacionamiento en tiempo real en Estados Unidos, Canada y Europa.

Por otro lado está Cisco Systems, radicada en San José (California) una proveedor de tecnología, específicamente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de telecomunicaciones (Cisco Systems. (n.d). In Wikipedia). Entre sus productos están equipos para redes de área de almacenamiento, software de gestión de red, telefonía IP, cortafuegos y demás dispositivos de conexión para redes informáticas como routers o switches. Cotiza en bolsa desde el año 1990, y es una empresa global líder en conectividad (de gente, datos, objetos [cosas] y procesos a través del IP, aplicaciones de Cloud Computing y servicios) que se reposiciona, por ejemplo con los slogans publicitarios “TOMORROW starts here” y “Internet of Everything”.

A través del programa Smart+Connected Communities, Cisco y Streetline colaboran en las ciudades San Carlos y San Mateo (California), con objetivos que van más allá de la simple gestión de la disponibilidad de estacionamiento, sino considerando la gestión del alumbrado público en zonas de estacionamiento, sensores en hidrantes, y sensores en semáforos para lograr mejoras en eficiencia del transporte, seguridad y calidad de vida (O'Connor, M. 2012).

El modelo de Streetline Inc. & Cisco Systems ha sido reproducido en otras ciudades del mundo, por ejemplo Pisa (Italia) y su alianza con la mayor compañía de europea de telecomunicaciones, Deutsche Telekom AG (Kiessling, T. 2014).

### **2.3.1.2. SFpark**

Es el nombre que engloba el sistema de gestión de la disponibilidad de espacios de estacionamiento de la ciudad de San Francisco (San Francisco Municipal Transport Agency, SFMTA); fue creada con fondos de la Federal Highway Administration de los Estados Unidos de América en el año 2010 (SFPark, (n.d), In Wikipedia).

La disponibilidad, y por consiguiente el uso de espacios de estacionamiento es monitoreado por medio de sensores instalados en el pavimento en zonas de parquímetro, o en las entradas y salidas de garajes o edificios de estacionamiento. Éstos envían información en tiempo real a una aplicación (para Iphone o Android) y a la página web, a la cual pueden acceder conductores y operadores. Dicha base de datos es de libre acceso para desarrolladores de Apps y páginas web.

Sin embargo, la principal apuesta de este sistema es la variabilidad del cobro por aparcar. SFpark se fija como objetivo encontrar el valor de tarifa más bajo que permita lograr un nivel de disponibilidad bajo (10-15%) pero constante tanto en áreas de gran demanda como en áreas en las que se aparca con facilidad. El ajuste siempre es de 0.25 USD al alza o un máximo de 0.50 USD a la baja no más de una vez por mes, de forma que cuando la disponibilidad es superior al límite prefijado el valor de la tarifa baja; consecuentemente, cuando la disponibilidad es baja el valor de la tarifa sube. Estos valores son publicados con al menos 7 días de anticipación.

Este modelo de negocio los sensores no son de propiedad del Municipio, se paga un canon de arriendo. Los ingresos provienen del cobro por estacionamiento en los parquímetro. El sistema de pago es el convencional: el conductor se acerca al parquímetro y paga por anticipado (con monedas, tarjetas de crédito, débito o tarjetas precargadas de SFMTA) de acuerdo con la duración estimada de su estadía en un espacio. De esta forma, los parquímetro se comunican vía wireless con la central de datos de SFpark, de forma que el ajuste de tarifa y actualización son automáticos.

El sistema cuenta con controladores en terreno (Parking Control Officers), funcionarios encargados de emitir tickets o multas por exceder la estadía pagada con anticipación. Sin embargo, la duración de la estadía puede extenderse directamente en el parquímetro o a través del sistema Pay-By-Phone, previa recepción de un mensaje de alerta por proximidad de cumplimiento del tiempo -es necesario descargar el App de PayByPhone e identificar el parquímetro.

También está habilitado el sistema de pago NFC (Near Field Communications) para Smartphones, un proyecto pensado para cubrir toda el área de operación de SFMTA (28000 plazas), y Port of San Francisco (1000 espacios para autos y motos).

### **2.3.1.3. Pittsburgh Parking Authority + Carnegie Mellon University + Pittsburgh City Council**

La autoridad metropolitana de estacionamiento de Pittsburgh instaló en el año 2013 parquímetros en una zona de la ciudad. No se instaló ningún tipo de sensores en el pavimento o entradas de estacionamientos como ocurrió en San Francisco. Sin embargo, la Universidad Carnegie Mellon tuvo acceso al registro de datos de utilización de zonas de parquímetro, así como el cobro establecido por concepto de tarifa, con lo cual analiza el comportamiento desde el punto de vista microeconómico y le propone al municipio ajustes mensuales utilizando el modelo de Performance Parking (Fichman, M. 2015) para lograr un desempeño similar al de SFpark pero con una inversión considerablemente menor -probablemente las recomendaciones provienen de un convenio de colaboración con un costo similar al de una consultoría. Requiere, eso sí, que los operadores privados compartan información sobre la disponibilidad y adolece de un control preciso de la disponibilidad de espacios tanto en la calle como en estacionamientos operados por privados.

### **2.3.1.4. Parking Duck**

Es una Startup creada por un residente de Bangkok, llamado Paruey Anadirekkul. En su ciudad hay gran demanda de lugares de estacionamiento y muchos de ellos (garajes individuales ubicados en casas o condominios) pertenecen a personas particulares.

Inspirado en Airbnb, una especie de “MercadoLibre” muy popular en Tailandia, Parking Duck es una plataforma de mercado virtual de lugares de estacionamiento entre usuarios (Tay, D. 2014). Cualquier persona dispuesta a poner en alquiler un espacio fija el precio, períodos de disponibilidad (todo el mes u horas específicas) y lo publica en un mapa interactivo (sin costo de publicación), de forma que pueda ser identificado por alguien que lo necesite justo en dicha localidad. El pago se hace directamente en el sitio web, del cual se deduce que Parking Duck obtiene una comisión. Posteriormente arrendador y arrendatario tienen acceso a un chat interno, en el cual se ponen de acuerdo en detalles básicos, tales como identificadores de acceso a edificios, etc.

En relación a posibles conflictos, los usuarios solo pueden poner en alquiler espacios de estacionamiento de su propiedad o aquellos para los que tengan autorización legal para alquilar o subalquilar, quedando excluidos por completo los espacios en la vía pública. Esto implica esfuerzos importantes en monitoreo de las ofertas publicadas. Por otro lado, toda responsabilidad sobre el uso y daños a la propiedad (garaje o el edificio en donde está ubicado el garaje), o al propio vehículo recae sobre el arrendatario (propietario del vehículo).

A principios de 2014 contaban con 150 espacios publicados, y están en la búsqueda de inversionistas para continuar desarrollar los Apps para iOS y Android, cubrir costos de marketing alcanzar la masa crítica.

#### **2.3.1.5. SpotHero**

Es una aplicación que permite elegir un lugar para aparcar a través de la página web, Tablet o Smartphone en edificios o instalaciones de estacionamientos adheridos al sistema (llamados Partners), en los que es posible definir una hora de llegada, hora de salida y reservar un espacio para aparcar - se permite llegar y salir dentro del intervalo fijado. Una vez que la reserva se ha realizado, el conductor debe acercarse a la entrada del estacionamiento y presentar su código QR (o permitir la lectura de la patente).

Esta empresa privada opera con base en Chicago desde el año 2011. Fue incubada en TechStars. En el año 2012 recibió 2.5 millones de USD en financiamiento de Battery Ventures (Lead), 500 Startups, Bullet Time, e.Ventures, OCA Ventures, New World Ventures, Lightbank, & Draper VC cuando operaba solamente en Milwaukee and Chicago. Dos años más tarde recibió 4.5 millones de USD e incluyó nuevos miembros en el directorio (Mike Gamson de LinkedIn, Sam Yagan de Match.com y el VC Sam Guren) para operar en Chicago, New York, Washington DC, Boston, Baltimore, Newark y Milwaukee –con oficinas en New York City and San Diego. Y los planes de expansión incluyen Dallas, Houston, San Diego, San Francisco y Los Angeles. Actualmente trabajan con el proveedor de tecnología de estacionamiento ABM Parking Services, Impark, LAZ Parking y Standard Parking (SpotHero, (n.d), In Wikipedia)

En el modelo de negocios de SpotHero es requerido que los partners tengan un sistema de control de acceso al estacionamiento (PARC, Parking Access and Revenue Control System), con una barrera mecánica en la entrada y un escáner de códigos QR integrado que la active y en algunos estacionamientos el acceso se activa mediante dispositivos de lectura de patentes (por lo cual este dato es requerido). Deben, también, disponer de una cantidad de espacios destinada para las reservas -si esto no se cumple el usuario debe ponerse en contacto con el Call-Center de SpotHero.

Según la información publicada en la página web de la compañía, los precios ofrecidos por SpotHero oscilan entre 33-50% de la tarifa fijada por los partners en condiciones normales. Un usuario puede reservar más de un lugar para aparcar (e.g.: para un boda, congreso o fiesta de cumpleaños); las reservas pueden anularse con anticipación y el pago (que en este modelo se realiza por la duración de la estadía) se reembolsa.

#### **2.3.1.6. Lanier Parking Solutions**

Esta empresa fue fundada en 1989, en Atlanta (Georgia) por Michael Robinson, después se sumaron Scott Diggs y Tim Walsh; para el año 2000 operaban más de 275 estacionamientos en 16 ciudades de los Estados Unidos de América.

Lanier Parking Solutions cuenta con una división especial de parquímetros, Lanier Parking Meter Services, que ofrece servicios específicos para municipios (Lanier Parking Meter Services, 2014). Tienen la capacidad de planificar, diseñar y construir completamente proyectos de estacionamiento y entregarlos operativamente al municipio (Turnkey Municipal System Management), financiar la compra de equipos y tecnología tales como parquímetros o dispositivos de pago (Parking Equipment Financing), mantener y actualizar estos equipos (Parking Equipment Installation and Maintenance),

control, notificación y cobro (On-Street Parking Enforcement, Citation Processing, Appeals/Adjudication, and Noticing), control de caja, conteo, auditoría y seguridad para la recolección de ingresos (On-Street Revenue Collections), consultoría estratégica (Comprehensive Analysis and Consulting Services), servicios de valor agregado en las zonas de parquímetros, tales como asistencia en salud y emergencias, información turística, reparaciones al motor o cambio de billetes a monedas (Ambassador Related Services).

En el año 2007 fue reconocida entre el grupo de compañías del país con mayor crecimiento, estando involucrados en el manejo y organización (desde la perspectiva del estacionamiento) de eventos de gran magnitud, tales como la Democratic National Convention en 2000, Salt Lake City Winter Olympics en 2002 o los Vancouver Winter Olympics en 2010. Después de una importante adquisición de acciones e inversiones de Antarctica Capital en el año 2014 se aceleró el crecimiento de la compañía, que en la actualidad es conducida por Jerry Skillett (de Central Parking System), tiene 2000 empleados, 400 estacionamientos y utilidades sobre ventas que superan los 200 millones de USD anuales.

### **2.3.1.7. Monkey Parking**

Aplicaciones tales como “Voice Park”, “Can I Park Here?”, “PrimoSpot”, “Chicago Parking”, “Parking Mate” o “Parker” ofrecen un servicio que genera alertas, analiza imágenes para contrastar si un lugar es legal o ilegal, o permiten dirigirse rápidamente hacia la plaza de estacionamiento que se ajuste a los requerimientos del usuario, ya sea la cercanía al destino o el precio más bajo dentro de rangos de distancia y tarifa establecidas mediante el gráfico de una ruta o indicaciones de voz.

Monkey Parking es en cierto sentido distinta; es una aplicación en la que los usuarios subastan espacios de estacionamiento, es decir espacios que actualmente están ocupados, a otros usuarios que están buscando un lugar disponible. Los creadores de esta compañía son Federico Di Legge, Paolo Dobrowolny y Roberto Zanetti. La aplicación georeferencia espacios y presenta rutas mínimas para acceder a un punto específico; y al igual que Parkin Duck, también permite que el dueño de una cochera pueda encontrar a conductores que estén dispuestos a utilizarla cuando ésta está vacía.

Para usar la aplicación se establecen dos tipos de roles: “Monkey parker” indica en dónde está ubicado su auto para iniciar el proceso de subasta y recibir ofertas de aquellos que son “Monkey parking”. Una vez que se establece la ubicación de un usuario, este puede ver cuáles de las plazas de aparcamiento cercanas están siendo subastadas y así participar. Se deduce que los ingresos de esta compañía provienen de las transacciones realizadas entre usuarios.

Lo controversial de esta plataforma no es la subasta (pues este mecanismo no busca otra cosa que identificar cuál es el máximo valor a pagar por un bien entre aquellos que lo demandan), es que los espacios subastados son públicos por los cuales se generan ingresos para el municipio, lo cual en muchas ciudades y países es ilegal -una apropiación indebida. Es una acción que se hace sin el apoyo de las autoridades municipales; si bien funcionó en Roma desde 2013, la autoridad metropolitana de San Francisco, por ejemplo, inició un acción legal contra ellos y Apple Inc. tuvo que dejar de permitir la descarga de esta aplicación (Constine, J. 2014).

## **2.3.2. Operadores de Parquímetros en Santiago de Chile**

En este caso, los operadores directos son empresas que proveen una solución tecnológica para la administración de parquímetros, y además se ocupan de la administración de espacios públicos

licitados. Haciendo un análisis de los últimos dos años de concesiones en Chile es posible identificar cuáles son las empresas o particulares que han licitado activamente y cuán frecuentemente lo han hecho (ver Tabla 2.2).

En el anexo 1 se presentan las empresas o particulares con más de 3 licitaciones concursadas en los últimos años. Como puede observarse, la oferta está definida en su mayoría por empresas locales pequeñas y con poco especializamiento o desarrollo tecnológico. La excepción a esto es Epark, que se han especializado en transporte y logística.

Competidores	Cantidad de Licitaciones
INGENIERIA Y TRANSPORTES EPARK LIMITADA	10
ADMINISTRADORA ESTACIONAMIENTOS MR LIMITADA	4
SOCIEDAD CONCESIONARIA DEL SUR LIMITADA	4
DAVID SALAZAR PEÑA	3
ESTACIONAMIENTOS Y LAVADO DE VEHICULOS LTDA	3
ESTACIONAR S A	3
SOCIEDAD INMOBILIARIA E INVERSIONES SAN GABRIEL LIMITADA	3
GLORIA JACQUELINE SANHUEZA SPORMAN	2
GONZALO FRANCISCO PRIETO GUAJARDO	2
LUIS AMERICO CORTES HERNANDEZ	2
ADMINISTRACION DE ESTACIONAMIENTOS QUALITY PARK LIMITADA	1
ADMINISTRADORA DE ESTACIONAMIENTOS ESTACIONA CHILE	1
AGRICOLA YADAH	1
CLUB DE DEPORTES SANTA CRUZ	1
ESTACIONAMIENTOS SAN JAVIER CONCESIONES Y SERVICIO	1
GUILLERMO GABRIEL ORTEGA JORDAN	1
HERMINIO SEGUNDO CONTRERAS VEGA	1
JORGE ANTONIO AGUILERA MOYA	1
PATRICIO MARIO SEPULVEDA GARRIDO	1
RENE MAURICIO SOTO MAYEROVICH EIRL	1
SOCIEDAD CONCESIONARIA DE ESTACIONAMIENTOS DE SAN FELIPE S.A.	1
SOCIEDAD DE ENSEÑANZAS EDUCATIVAS LIMITADA	1
SOCIEDAD DE SERVICIOS INTEGRALES DE ESTACIONAMIENT	1
SOCIEDAD INVERSIONES QUELHUE LIMITADA	1

*Tabla 2.2. Competidores en licitaciones de zonas de parquímetros*

## 2.4. La Comuna de Providencia

En la comuna de Providencia la concesión actual fue adjudicada a “Concesiones Providencia S.A”. Al igual que en los casos anteriores, esta empresa no parece ser especialista en operación de estacionamientos y/o parquímetros en el área sino más bien creada con el fin de participar en la licitación.

Dado que la comuna de Providencia reúne las características básicas para ofrecer un servicio innovador de reserva de estacionamientos, se opta por analizar el desempeño financiero del actual operador de parquímetros en providencia. Se trata de 116 cuadras concesionadas, de las cuales 7 se

consideran de baja demanda, que normalmente se asocia con baja rotación (número de veces que un espacio se utiliza) y cortas estadías.

- Cuadras concesionadas: 116
- Cuadras de alta demanda: 109
- Cuadras de baja demanda: 7

Sobre la concesión actual (Decreto exento: Concesión de control de tiempo de estacionamiento en las vías públicas de la comuna de Providencia, 2011), la empresa concesionaria debe pagar mensualmente a la Municipalidad por concepto de derechos de explotación ciertas sumas fijadas en Unidades de Fomento (UF), una unidad de cuenta usada en Chile, reajutable de acuerdo con la inflación y a la fecha su valor se calcula de la siguiente forma<sup>1</sup>: 1 UF = 39,13 USD. Los pagos por derechos de concesión son los siguientes:

- Pago mensual por espacio concesionado en Zona Alta UF 1,7
- Pago mensual por espacio concesionado en Zona Baja UF 0,2
- Tarifa Especial (cada 20 minutos o fracción, Iva Incluido) 0,00005
- Monto pago anticipado, a la firma de contrato de concesión UF 163,000

Se asume que la tarifa también se define en UF. Por otro lado, la Municipalidad se reserva el derecho de ampliar o disminuir el número de espacios a controlar, en el caso de la tarifa A de hasta un 50% y de la tarifa B de hasta un 100%, comunicando esta circunstancia al concesionario con una anticipación de 5 días.

El contrato tiene una duración de ocho años a contar de la fecha de su suscripción, lo cual ocurrió en el año 2011. Finalmente, el contratista será responsable ante terceros de todo daño, detrimento o perjuicio que ocasione con motivo del servicio, cualquiera sea su causa u origen. En consecuencia, a la Municipalidad no le cabe responsabilidad alguna al efecto.

Una vez conocidas las bases y decretos de adjudicación se preparó una planilla de excel con los principales ítems de costos, pagos por derecho de concesión, así como los ingresos esperados por tipo de calle en un año -ver Anexo Resultados, Planilla Cuadras Concesionadas - . Hay dos tipos de calles, denominadas de tarifa A (alta rotación) y tarifa B (baja rotación), que generan los siguientes ingresos:

- Ingreso anual por concepto de tarifa A: 4.998.825 usd/año
- Ingreso anual por concepto de tarifa B: 173.150 usd/año

Los ingresos de las calles con tarifa A, que es 15,6 veces superior en capacidad, son casi 29 veces superiores cuando se analiza la recaudación anual. El ingreso anual del concesionario se estima en 5.161.975 usd/año.

Llama la atención, en contraposición con los últimos avances tecnológicos y aplicaciones de Smartcity, que la concesión requiera la presencia de un controlador en cada calle -una persona que se encarga de registrar la llegada de vehículos y cobrar a los conductores una vez que abandonan el espacio que el vehículo ha estado ocupando. Considerando el horario de operación de esta concesión, el ítem Recursos Humanos en los costos de operación se estima en 1.523.000 usd por año, equivalente al 30% de los ingresos.

---

<sup>1</sup> 1 UF = 24532,97 CLP, 1 USD = 626,92 CLP, por lo que 1 UF = 39,13 USD

Finalmente, al analizar lo relacionado con la inversión hay dos puntos importantes. Inmediatamente después de adjudicarse la concesión, el concesionario debe pagarle a la municipalidad 6.488.851 usd por concepto de anticipo de los derechos de concesión -equivalente a 7 de los 8 años de concesión, que también se interpreta como una barrera de entrada. Por otro lado, el control de uso de los espacios de estacionamiento se realiza por medio de computadores portátiles de mano, para cada calle concesionada, cuya adquisición se totaliza en 261.000 usd.

Bajo esta perspectiva, es posible identificar condiciones favorables para un nuevo negocio en torno a una innovación tecnológica para la industria de la operación de parquímetros si es posible lo siguiente:

- Aumentar los ingresos y recaudación mediante el uso de técnicas de Revenue Management/Yield Management, que rondan entre 10-20%. En este caso, se estima que el ingreso adicional en condiciones normales será de 1.147.653 usd/año.
- Reducir los costos de operación relacionados con el personal que controla y cobra por el uso de espacios concesionados, estimado en una cifra anual de 1.523.000 usd.

En todo caso, también es necesario tener en cuenta que un nuevo esquema de operación implica:

- Eliminar los computadores portátiles en el ítem de inversiones
- Aumenta la inversión en equipo de detección
- Aumenta el equipo de Business Intelligence, los Developers, lo que repercute en aumento de los costos de operación
- La automatización de procesos, incluido el recaudo generará costos de operación adicionales, por ejemplo en la plataforma de cobro que utilizan las autopistas urbanas y algunos estacionamientos.
- Encargarse de los vehículos infractores, removerlos o multarlos implica nuevos costos y/o ingresos.

La sección anterior muestra que existe dinamismo en la actividad de operación de los parquímetros. Esto en base al número de concesiones y de oferentes. También queda en evidencia que la mayoría de concesionarios son un conjunto de empresas que no requieren mayor especialización -más bien el negocio se presenta como una oportunidad de inversión puntual.

Cierto es que el marco institucional chileno en relación a facilidades y protección de las inversiones es clave. Considerando las barreras de entrada que fueron identificadas en torno a la adjudicación, inversiones y pago de derechos de concesión, es lógico pensar que la rentabilidad en esta industria ha de ser excepcional o moderada en relación con el riesgo implícito.

## 3. Propuesta Tecnológica Para Reservar Estacionamientos en la Vía Pública en Santiago de Chile

### 3.1. Descripción

El sistema que se propone en este capítulo tiene la capacidad de asignar plazas de estacionamiento a ciertos usuarios de interés, a través de una lógica de reserva y supervisión de disponibilidad de las mismas.

Existen dos tipos de usuarios: aquellos registrados e identificados en el sistema, a través de una tecnología específica (usuarios regulares); y aquellos que no han sido registrados o detectados por el sistema (usuarios irregulares).

Por lo tanto:

$$total\ de\ veh\iculos_{sector} = usuarios\ regulares + usuarios\ irregulares$$

Desde una perspectiva lógica-funcional, cada usuario podrá identificar y reservar plazas libres próximas a su ubicación geográfica a través de un servicio WEB (software, aplicación o página WEB), respetando la siguiente generalización:

$$reserva = f(disponibilidad, ubicaci\on\ geogr\afica)$$

Un servidor recibirá información en tiempo real acerca de los eventos de interés recabados en terreno. Dichos eventos corresponderá a aquellos sucedidos en diversas plazas de estacionamiento de un sector específico de interés.

Se dirá entonces que:

$$sector = \sum plazas\ de\ estacionamiento$$

$$informaci\on = \sum_{sector} eventos\ de\ inter\es$$

Los eventos de interés se clasifican en:

- **Inventariado**                      Detección y contabilización del total de vehículos identificados dentro del sector de interés.
- **Disponibilidad**                    Supervisión de disponibilidad e identificación de cada plaza de estacionamiento perteneciente al sector de interés.
- **Identificación**                    Detección e identificación de vehículos usuarios y visitas dentro del sector de interés.
- **Asignación**                        Relación entre la identificación del usuario y la utilización de cada plaza de estacionamiento.
- **Transmisión**                        Transmisión de la información recolectada localmente hacia los servidores.
- **Actualización**                    Actualización de disponibilidad, asignación y liberación de plazas de estacionamiento para los usuarios.

## 3.2. Eventos de Interés

Las técnicas asociadas a la resolución de cada evento de interés se describen a continuación:

### 3.2.1. Inventariado

Corresponde a la acción de detectar y contabilizar el total de vehículos (regulares e irregulares) identificados dentro del sector de interés, mediante diversas técnicas relacionadas a visión artificial.

El procedimiento de detección de vehículos dentro de un sector considera que cada vehículo, en su condición inicial, realice cierto movimiento. El desafío, entonces, está relacionado a identificar dicho movimiento en contraste con un fondo estático (el paisaje), a través de la comparación de imágenes sucesivas provenientes de una cámara de video instalada en terreno.

Se dirá, entonces, que una imagen estará constituida por la suma del paisaje estático, los vehículos en movimiento y cierto nivel de ruido o tolerancia.

$$imagen = paisaje + veh\acute{u}culo\ en\ movimiento + ruido$$

Las imágenes deberán ser procesadas mediante técnicas de binarización, con el objeto de manipularlas morfológicamente (Convert RGB image or colormap to grayscale, (n.d), In Mathworks). La binarización consiste en transformar el contenido de una imagen en niveles lógicos, de acuerdo a su intensidad en escala de grises.

Para la binarización de una imagen se considera que cada imagen está conformada por un conjunto de matrices, del tipo:

$$imagen = [largo * ancho][R][G][B]$$

Siendo RGB los niveles de intensidad de los colores rojo (R), verde (G) y azul (B).

Luego, se aplica una matriz de transformación M (Grayscale. (n.d). In Wikipedia), con el objeto de convertir los niveles de colores de una imagen en niveles de brillo, del tipo:

$$M = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B$$

Resultando:

$$imagen' = [largo * ancho][M]$$

Finalmente, se considera un nivel promedio de brillo P, calificando como 1 (máximo brillo) todo pixel que sea mayor o igual a éste, y 0 (sin brillo) todo pixel menor a P:

$$imagen'' = \{1, Si\ pixel_{m*n} \geq P; P : Promedio\ de\ M\ 0, Si\ pixel_{m*n} < P; P : Promedio\ de\ M\}$$

Posteriormente, se calcula la diferencia entre las imágenes binarizadas registradas en instantes sucesivos, obteniendo sólo aquellos pixeles que han sufrido modificaciones. Lo anterior supone la implementación de un filtro pasa bajos, de tal modo de eliminar perturbaciones de alta frecuencia o ruido.

Lo que se obtendrá del proceso anterior será la remoción del fondo estático, lo que, en otras palabras, significa obtener los píxeles en movimiento (ver Figura 3-1).



Figura 3-1. Binarización de una imagen.

Luego, los píxeles en movimiento se asocian de tal modo de obtener los elementos conectados, mediante la observación de las vecindades de cada píxel (Ledda, I, 2011), como se ilustra en la Figura 3-2.

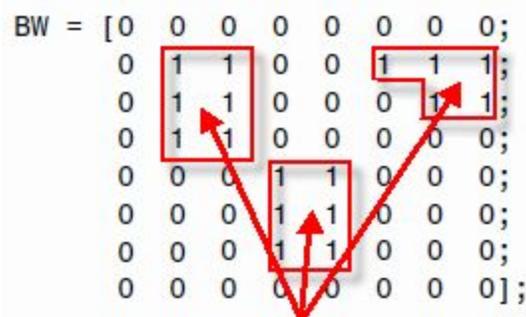


Figura 3.2. Identificación de elementos conectados en una imagen binarizada.

Identificado cada objeto en movimiento y repitiendo el proceso antes descrito para cada uno de los instantes posteriores, se obtiene el o los vehículos en movimiento dentro del sector de interés. Finalmente, se implementa un arreglo de píxeles tipo línea, tal que si la posición de algún píxel del objeto identificado y en movimiento es igual a la posición de algún píxel del arreglo, entonces se incrementará un contador y se actualizará el total de vehículos detectados, como se ilustra en las Figura 3-3 y Figura 3-4.



Figura 3.3. Ejemplo de detección de movimiento.

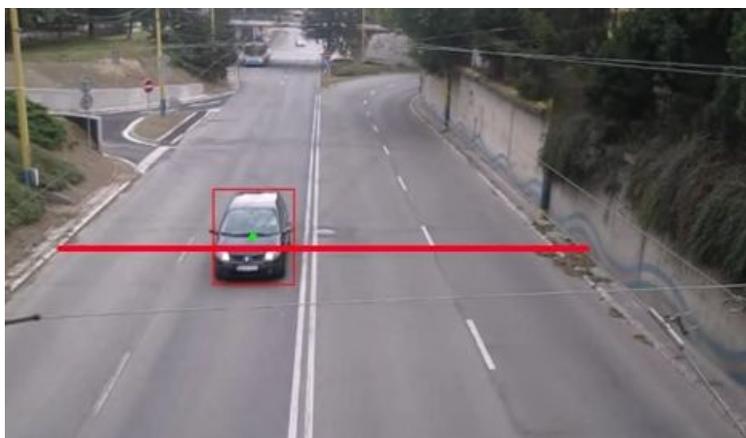


Figura 3.4. Ejemplo de detección de movimiento.

### 3.2.2. Disponibilidad

La disponibilidad supone la acción de supervisión e identificación de cada plaza de estacionamiento perteneciente al sector de interés, mediante el procesamiento digital de imágenes de video.

El primer paso considera aplicar una rejilla a una imagen, con tal de registrar el subconjunto de píxeles que conforman cada una de las plazas de estacionamiento. Para ello, se implementa una interfaz gráfica en donde el operador selecciona la zona de interés, etiquetando ésta convenientemente.

El resultado del procedimiento antes descrito, arrojará las dimensiones específicas de las plazas de estacionamiento de interés. Así, por ejemplo, la plaza de estacionamiento P1 corresponderá a aquella que nace desde el punto  $(x,y) = (200,150)$  de una imagen de dimensiones  $800 \times 600$  píxeles, y que se extiende en  $40 \times 50$  píxeles, tal como se ilustra en la Figura 3-5.

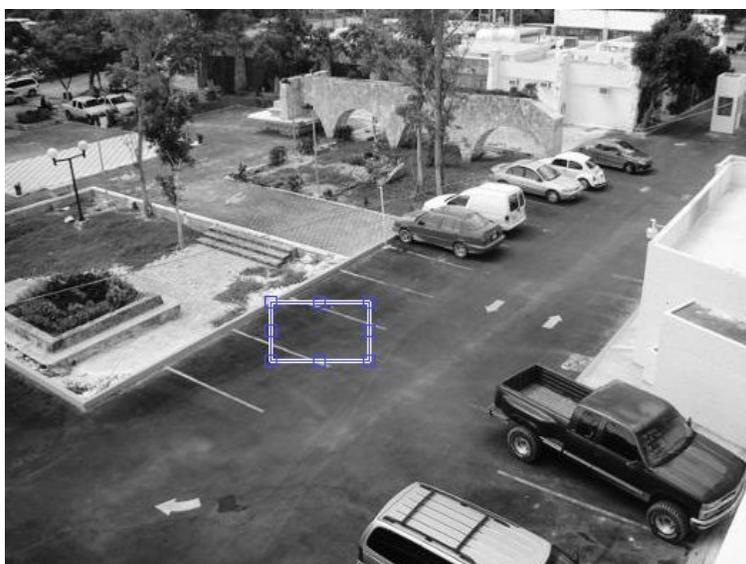


Figura 3.5: Subconjunto de píxeles de una plaza de estacionamiento.

Conocidas las dimensiones de cada una de las plazas de estacionamiento, se implementan las transformaciones necesarias para las manipulaciones morfológicas requeridas. Luego, se ejecuta, de manera continua, un análisis estadístico de histogramas.

Un histograma corresponde a una representación vectorial, matricial o gráfica de los niveles de intensidad o brillo (Histogram of image data. (n.d). In Mathworks). Un ejemplo de histograma se puede apreciar en la Figura 3-6, en donde se presenta el resultado de los análisis de brillo en dos plazas de estacionamiento, una de ellas disponible y otra utilizada.

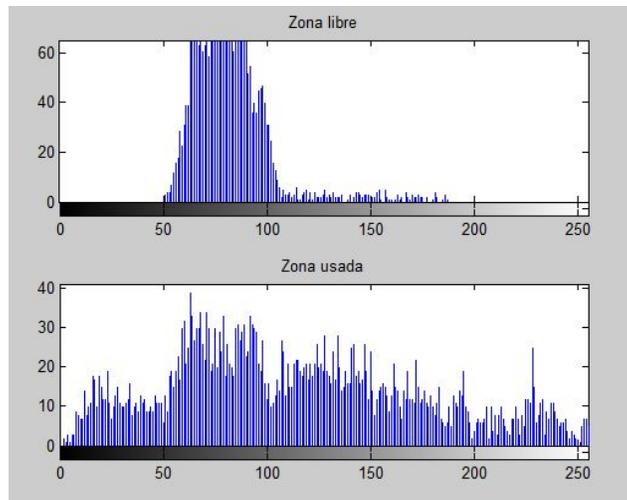


Figura 3.6: Histogramas de una zona libre y otra usada.

Finalmente, el valor del promedio de los niveles de intensidad y la desviación estándar de éstos, en comparación con imágenes sucesivas, arrojarán información acerca de la utilización o disponibilidad de cada una de las plazas, como se ejemplifica en la Figura 3-7.

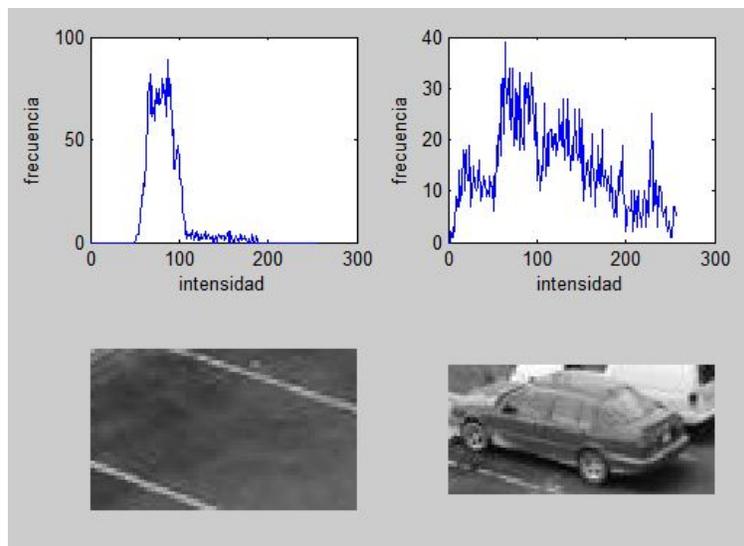


Figura 3.7: Comparación de histogramas.

Por último, el sistema actualizará su información detectando las plazas disponibles y utilizadas.

### 3.2.3. Identificación

La identificación está relacionada a la acción de detectar a los usuarios regulares dentro del sector de interés.

Para detectar los usuarios dentro del sector de interés se considera la utilización de la tecnología RFID implementada en los vehículos, como lo es TAG Chile.

Para utilizar la tecnología de TAG, se implementan antenas distribuidas específicamente en el sector de interés en función de las características que definen el enlace de radiofrecuencia y su alcance: la potencia del transmisor y la sensibilidad del receptor.

En términos generales:

$$\text{alcance de la señal} = f(P_{tx}, S_{rx}, \text{Medio})$$

Donde:

$P_{tx}$  : Potencia del transmisor

$S_{rx}$  : Sensibilidad del receptor

*Medio* : Características del medio de propagación

- El sistema supone cierto flujo de información desde los servidores de TAG hacia los servidores del sistema propuesto, con el objeto de disponer de información en tiempo real relacionada a los parámetros de interés, como lo son:
- Identificador de vehículo
- Identificador de antena
- Estampa de tiempo
- Niveles de señal

Es preciso disponer de comunicación entre los servidores, debido a que la codificación de la información recabada por el sistema RFID a través de los dispositivos TAG, corresponde a un protocolo cerrado. Así, cualquier lectura de un equipo TAG portado por un vehículo, a través de un equipo regular de recepción, no podrá ser identificada ni decodificada por el sistema.

El diagrama de la Figura 3-8 hace referencia al flujo de información desde terreno hacia el servidor asociados al sistema, de tal modo de acceder a la decodificación de la información y la interpretación de los datos.

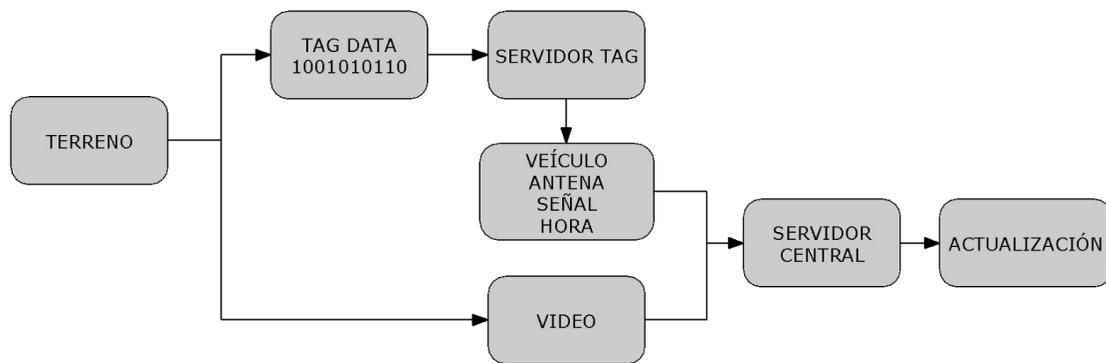


Figura 3-8. Flujo de información desde servidores TAG a servidores centrales.

Una vez recibida la información desde los servidores TAG y habiendo procesado y relacionado, de acuerdo a criterios de sincronismo entre las partes, la información de video, es posible detectar la cantidad de usuarios irregulares dentro del sector de interés.

Para ejecutar dicha detección, se combina la cantidad de usuarios regulares detectados, con la variable relacionada a la cantidad total de vehículos dentro del sector (inventariado). Luego, calculando la diferencia entre ellos, es posible obtener la cantidad total de usuarios irregulares que no han sido detectados debidamente, pero que sí estarían ubicados dentro el sector de interés (por ejemplo una calle).

Se considera la siguiente relación para determinar el total de usuarios irregulares.

$$\text{usuario irregulares} = \text{total inventariado} - \text{usuarios regulares}$$

### 3.2.4. Asignación

La asignación considera la acción de relacionar el vehículo detectado con la plaza identificada.

El desafío se divide en:

#### 3.2.4.1. Ubicación de antena en sector

A modo de ejemplo, para una implementación que considere 2 antenas distribuidas debidamente en una calle, se dispondrá información acerca de cuál antena corresponde a la que cada usuario detectado ha establecido conexión. Así por ejemplo, en conocimiento de la ubicación de la antena 1, se dirá que un usuario conectado a la misma estará en alguna vecindad de dicha antena (ver Figura 3-9).

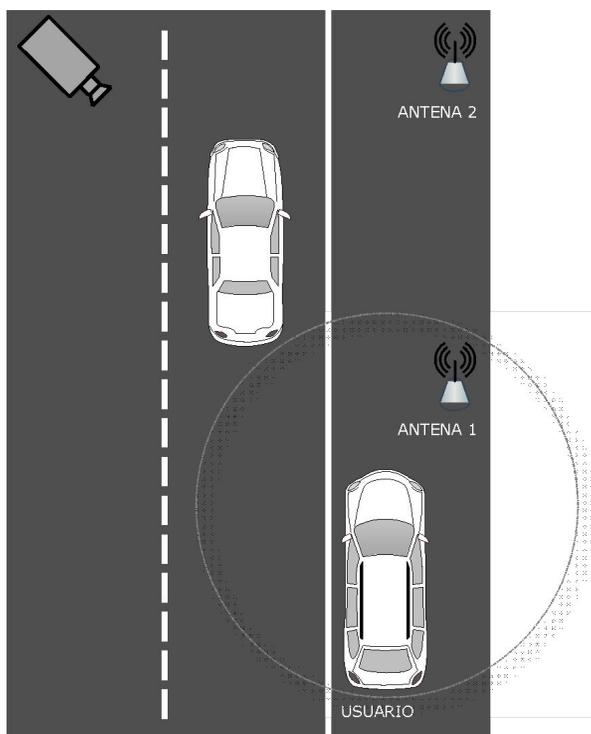


Figura 3.9: Relación con ubicación de la antena

#### 3.2.4.2. Detección de señal RSSI por antena:

Cada conexión establecida puede arrojar información acerca de los niveles de señal recibidos, RSSI (RSSI del inglés: Receive Signal Strength Indicator)(Parameswaran,A. (2010)), por parte del receptor. El nivel de señal recibida está relacionado, en términos generales, a la distancia que separa el transmisor del receptor:

$$RSSI = f(P_{Tx}, P_{Rx})$$

Donde:

$P_{Tx}$  : Posición del transmisor

$P_{Rx}$  : Posición del receptor

Finalmente, continuando con el ejemplo anterior, el nivel de señal recibida sumará precisión acerca de la distancia existente entre la antena 1 y el usuario detectado.

La Figura 3-10 ilustra la relación entre la ubicación de una antena y el nivel de señal recibido captado por un vehículo. La Tabla 3-1 representa los valores de nivel de señal recibida y su distancia equivalente, luego de un ejercicio de simulación.

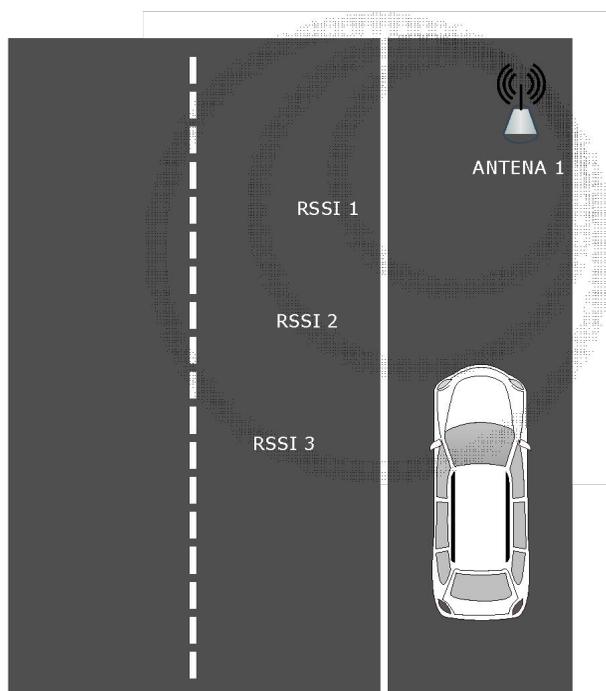


Figura 3.10: Relación de nivel de señal recibida y posición de la antena.

Nivel de señal recibida	Valor	Distancia a Antena 1
RSSI 1	-50 dBm	2 metros
RSSI 2	-70 dBm	3.5 metros
RSSI 3	-90 dBm	6.5 metros

Tabla 3.1: Valores de nivel de señal y distancia simulada equivalente.

### 3.2.4.3. Detectar estabilidad de señal en la antena

Debido a que los vehículos pueden estar en movimiento y, en consecuencia, establecer conexión con diversas antenas durante un período determinado, se considera que la estabilidad de los niveles de señal recibidos (RSSI), estarán relacionados al movimiento de vehículo. Así, si un vehículo se ha conectado a la antena 1, no sólo estará en una vecindad de dicha antena ni a cierto radio específico de la misma, sino que se dispondrá de información relacionada a la estabilidad y, en consecuencia, a la permanencia de conexión.

La Figura 3-11 ilustra los niveles simulados de señal recibida para 2 vehículos uno en movimiento y otro estático. Se aprecia la estabilidad de la señal del vehículo 1 en contraste con el resultado de las mediciones relacionadas al vehículo 2. La Figura 3-12 representa la situación equivalente en términos gráficos.

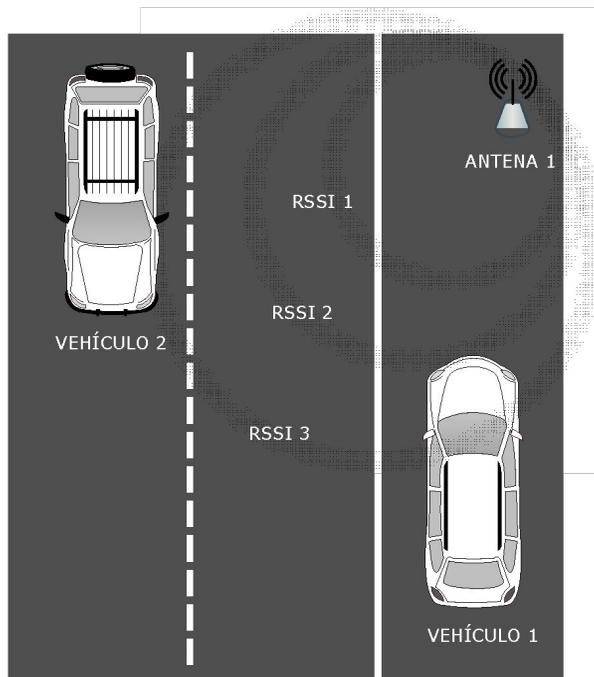


Figura 3-11. Representación de estabilidad de señal recibida.

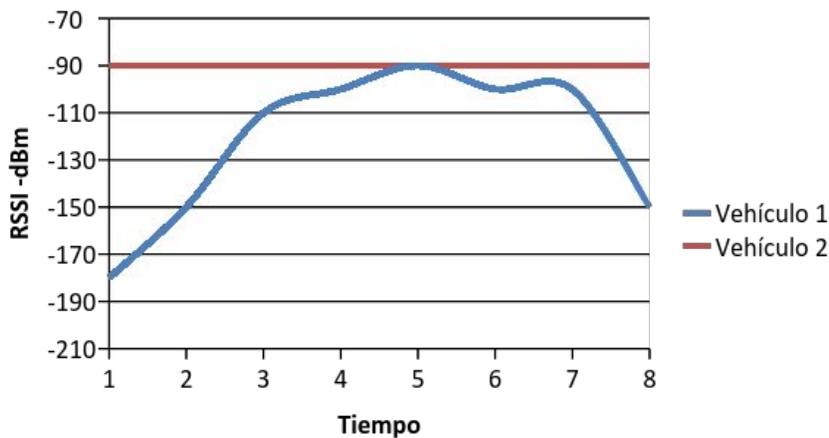


Figura 3-12. Representación gráfica de los niveles de señal recibida.

#### 3.2.4.4. Relación con último sector utilizado

Sumado a la detección de ubicación de la antena a la cual el usuario ha establecido conexión, a los niveles de intensidad de señal recibida y a la estabilidad de la misma, se suma el parámetro de utilización de plazas de estacionamiento previamente disponible.

Por ejemplo, si un usuario U1 ha establecido comunicación con la antena 1 y, luego de un período de tiempo determinado y breve, sucede lo mismo con la antena 2, evidenciando un nivel de señal recibida estable en esta última antena; sumado a lo anterior que la plaza de estacionamiento P1 perdió disponibilidad en el instante en que se evidenció dicha estabilidad de señal, se dirá entonces que el usuario U1 ha utilizado la plaza de estacionamiento P1 próxima a la antena 2 del sector de interés.

Se dirá entonces que

$$asignación = f(U_i(x,y)_{ant n}, RSSI_{rx}, D^t_{plaza p})$$

Donde:

$U_t(x,y)_{ant\ n}$  : Ubicación de la antena “n” en el instante de conexión t.

$RSSI_{rx}$  : Estabilidad de señal recibida del receptor respecto a la antena n.

$D^t_{plaza\ p}$  : Disponibilidad de la plaza “p” en el instante “t”.

### 3.2.5. Transmisión

La transmisión de la información consiste en el envío dinámico de los datos de video recabados por cada una de las cámaras, hacia los servidores centrales, lugar en donde la información se almacenará, procesará y presentará al usuario de manera dinámica.

El envío de la información se consigue mediante la transmisión de paquetes de datos preprocesados por una unidad central responsable de un conjunto de cámaras. Estas unidades deberán procesar la información mediante los algoritmos descritos anteriormente enviadas a una unidad central por medio de uso de red mobile.

La transmisión de la información supone la contratación de servicios de proveedores de internet, de tal modo de habilitar el flujo de datos desde las cámaras hacia los servidores.

### 3.2.6. Recepción y Actualización

La actualización considera la acción de refrescar los datos registrados en el sistema, previa recepción, procesamiento, almacenamiento y gestión de datos.

El sistema está constituido por una serie de softwares de recepción, gestión y almacenamiento, alojados en los servidores centrales. Dichos softwares tendrán la función de manejar la reserva de plazas de estacionamientos, los tiempos asociados e informes específicos.

El servicio WEB será una aplicación móvil, página WEB o un software diseñado específicamente para representar a los usuarios, de manera visual, la disponibilidad de plazas de estacionamiento próximas a su ubicación geográfica. Del mismo modo, presentará a los usuarios las funciones necesarias para llevar a cabo la reserva y cada uno de los procesos asociados a dicha actividad.

## 4. Cobro Óptimo de Recargo por Reservar

Desde un punto de vista operativo, el objetivo en cuanto a la generación de valor tanto para el municipio como para los conductores se logra mediante una optimización doble. Recientemente Caicedo y Díaz (2013) publicó un modelo de optimización a manera de herramienta de planificación para una ciudad chilena, considerando la interacción entre estacionamientos subterráneos y parquímetros concesionados simultáneamente.

En la zona concesionada existen dos tipos de calles: aquellas en las que no hace falta realizar una reserva y otras en las que no reservar se considera una infracción.

El primero de los objetivos consiste en reducir simultáneamente los tiempos de búsqueda en la zona concesionada, denominando  $\bar{t}_{sm}$  al promedio de tiempos en la zona de reserva y  $\bar{t}_{jn}$  el promedio de tiempos en la zona en la que no se puede reservar. La función objetivo se escribe de la siguiente forma:

$$\text{Min} (\chi \bar{t}_{sm} + (1 - \chi) \bar{t}_{jn})$$

Donde,  $\chi$  es un ponderador que define el operador o el municipio para dar prioridad a los tiempos que deben ser reducidos.

El segundo de los objetivos consiste en garantizar la viabilidad económica de la empresa, y se escribe de la siguiente forma:

$$\text{Max} (Y_s - C_s + Y_j - C_j)$$

Donde,  $Y_s$  representa los ingresos que genera cada una de las calles  $s$ , y  $C_s$  los costos que se le imputan a dicha calle. Además se impone la condición  $Y_s > C_s$ . Los ingresos que genera cada calle en un periodo  $n$  (por ejemplo las horas de un día típico) se calcula sumando los ingresos de cada periodo,  $\phi_{sm}$  y  $\phi_{jn}$  de la siguiente forma:

$$Y_s = \sum_n (\phi_{sm})$$

$$\phi_{sm} = \sum_F \sum_B \sum_D z_{sm}^{fbd} \cdot h_s^f + \sum_F \sum_B \sum_D \left( z_{sm}^{fbd} \cdot \sum_I x_{sm}^i \cdot R_{sm}^i \right)$$

Donde,  $z_{sm}^{fbd}$  es la demanda que elige reservar en la calle  $s$ , en el tiempo  $n$ , tiene una estadía  $f$ , se dirige a un destino  $d$  y un conjunto de atributos diferenciables que permiten segmentarlo en un tipo  $b$ .

El ingreso generado en cada período tiene dos componentes. El primero se relaciona con el cobro por estacionar para cada estadía  $h_s^f$ . El segundo componente se relaciona con el valor pagado por reservar  $R_{sm}^i$ , considerando  $i$  discriminaciones del valores de recargo para realizar una reserva para la cual la oferta se ha dividido porcentualmente y es de tamaño  $x_{in}$ .

La preparación de la oferta es un factor determinante en el éxito de la concesión, con lo cual  $x_{in}$  es uno de los principales interrogantes una vez que se ha definido una pauta de discriminación en término a cantidad y precio. Las restricciones conceptuales de  $x_{in}$  se presentan a continuación:

$$0 \leq x_{in} \leq 1$$

$$\sum_I x_{in} = 1$$

Por otro lado están los ingresos de la zona sin reservas, definido por la demanda que elige reservar en la calle  $j$ , en el tiempo  $n$ ,  $w_{jn}^{fbd}$ :

$$Y_j = \sum_n (\phi_{jn})$$

$$\phi_{jn} = \sum_F \sum_B \sum_D w_{jn}^{fbd} \cdot h_j^f$$

Es necesario conocer la pauta de arribo de la demanda,  $\lambda_n^{fbd}$ , que conceptualmente corresponde a la siguiente ecuación:

$$\lambda_n^{fbd} = (1 - \tau) \sum_F \sum_B \sum_D \sum_S z_{sm}^{fbd} + \tau \sum_F \sum_B \sum_D \sum_J w_{jn}^{fbd}$$

Donde,  $\tau$ , no hace más que confirmar que un porcentaje de la demanda se dirige a la zona de reservas y otro porcentaje reparte en calles en las que no reservar constituye una infracción.

Los tiempos de búsqueda, que hacen parte de los objetivos y de la propuesta de valor se describen de la siguiente forma:

$$t_{sm} = (m_0 + m_1) + (m_2 + m_3)q_{sm}$$

$$t_{sm}^c = -\beta(m_1 + m_3)q_{sm}$$

$$t_{sj} = (m_0 + m_1) + (m_2 + m_3)q_{jn}$$

Donde,  $t_{sm}^c$  es un elemento que se utiliza en la elección para corregir los tiempos de búsqueda en la zona de reserva, representando la eliminación del tiempo de búsqueda. Incluye un parámetro para ponderar dicho beneficio, tal que  $0 < \beta \leq 1$ .

Los tiempos de búsqueda dependen del nivel de ocupación de espacios en cada calle  $g$  (con o sin reservas) en un tiempo específico, se escribe en base a las elecciones que ocurrieron en períodos previos de la siguiente forma:

$$q_{gv} = \sum_{k=1}^{k=v} \sum_F \sum_B \sum_D z_{gk}^{fbd} (1 - u_k^{fv})$$

$$u_k^{fv} = \begin{cases} 0 & : k + f \leq v \\ 1 & \end{cases}$$

Donde, la ocupación se determina computando demanda asignadas que aún permanecen toda vez que el periodo de arribo sumado a la estadía sea inferior o igual al periodo en consideración,  $v$ . Consecuentemente, la ocupación en el periodo  $n$  corresponde al resultado del periodo anterior sumando la demanda que está siendo asignada en este periodo.

$$q_{gn} = q_{gn+1} + \sum_F \sum_B \sum_D z_{gn}^{fbd}$$

Elegir una calle para aparcar es un proceso de elección discreta, en el que se consideran dos tipos de jerarquía (Discrete Choice Model. (n.d). In Wikipedia). Lo primero que se elige es la zona (con reserva o sin reserva) y finalmente se elige la calle. Consecuentemente la elección se describe de la siguiente forma:

$$z_{gn}^{fbd} = \lambda_n^{fbd} \left( \frac{\exp(V_\alpha)}{1 + \exp(V_\alpha)} \right) \cdot \left( \frac{\exp(V_s)}{\sum_S \exp(V_s)} \right)$$

Donde, la utilidad determinista de reservar,  $V_\alpha$ , se estructura en base a los atributos identificados en la encuesta de preferencias declaradas. La elección también considera una utilidad correspondiente a cada calle dentro del subgrupo de la zona de reservas,  $V_s$ .

Las utilidades se describen de la siguiente forma:

$$V_\alpha = \sum_K \gamma_1 \theta_k + \gamma_2 + \gamma_3 \varepsilon_f + \sum_A \gamma_4 \pi_\alpha + \gamma_5 \ln \left( \sum_S \exp(V_s^*) \right)$$

Donde,  $\gamma_s$ , son parámetros para cada atributo;  $\theta_k$  representa la pertenencia a un grupo etario entre los  $K$  identificados,  $\gamma_2$  es una variable binaria  $\{0; 1\}$  que representa la tenencia de un automóvil;  $\varepsilon_f$  representa el valor nominal de la estadía del tipo  $f$ ;  $\pi_\alpha$  representa un modo de transporte utilizado actualmente entre  $A$  identificados; el último componente corresponde al efecto que tiene en la elección de reservar el tiempo de búsqueda si no se realiza la reserva, que es común en todas las alternativas disponibles para reservar y se describe como  $V_s^* = \gamma_5 \bar{t}_{sm}$ .

$$V_s = \gamma_6(t_{sm} - t_{sm}^s - \bar{t}_{sm}) + \gamma_7 e_{sd} + \gamma_8 h_s^f + \gamma_9 \ln \left( \sum_I \exp(\gamma_{10} \bar{R}_{sm}^i) \right)$$

Donde,  $V_s$ , son parámetros para cada atributo; los atributos que aparecen en esta ecuación representan los elementos que distinguen a cada calle en la zona de reserva, tales como el verdadero tiempo de búsqueda que es corregido por  $t_{sm}^s$ , la distancia caminando entre la calle  $s$  y el destino  $d$ ,  $e_{sd}$  y el pago por la estadía  $h_s^f$ ; el último componente corresponde al efecto que tiene en la elección de reservar el valor promedio del recargo de la reserva.

Los precios de discriminación del recargo por reservar deben obedecer a la antelación con que se realiza la reserva. El rol de la antelación es clave, pues se espera que los conductores planifiquen sus desplazamientos; por lo tanto, una vez que la calle  $s$  se ha dividido en  $i$  secciones de tamaño porcentual  $x_{in}$  y su correspondiente recargo  $R_{sm}^i$ , la demanda para cada una de ellas se describe de la siguiente forma:

$$\mu_{smi}^{fbd} = \lambda_n^{fbd} \left( \frac{\exp(V_\alpha)}{1 + \exp(V_\alpha)} \right) \cdot \left( \frac{\exp(V_s)}{\sum_S \exp(V_s)} \right) \cdot \left( \frac{\exp(V_i)}{\sum_I \exp(V_i)} \right)$$

Donde, la utilidad de cada tipo de recargo por reserva,  $V_i$ , es función del valor de la reserva,  $\gamma_{11} R_{sm}^i$ .

Finalmente se presentan las ecuaciones que describen la elección de una calle en la zona en la que no es necesario reservar.

$$w_{jn}^{fbd} = \left( \frac{1}{1 + \exp(V_\alpha)} \right) \cdot \left( \frac{\exp(V_j)}{\sum_J \exp(V_j)} \right)$$

$$V_j = \gamma_6 t_{jn} + \gamma_7 e_{jd} + \gamma_8 h_s^f$$

Donde,  $w_{jn}^{fbd}$  considera en primer lugar la probabilidad complementaria al no elegir la zona de reservas, y por último la elección de una calle dentro de la zona preferida, definida por el tiempo de búsqueda  $t_{jn}$ , distancia hacia el destino final  $e_{jd}$ , y el pago por estacionamiento según el tipo de estadía,  $h_s^f$ .

Nuestro equipo debe ser ágil en la organización de datos, preparación para incorporarlos en el modelo y en la resolución de problemas de optimización.

## 5. Análisis de la Disponibilidad Para Realizar Reservas

Durante el año 2014 se realizó una encuesta online de preferencias declaradas que permitió obtener más de 650 respuestas considerando la posibilidad de realizar reservas de zonas de parquímetros. Se trató, específicamente, de responder un cuestionario de Preferencias Declaradas (PD). Un cuestionario PD plantea situaciones que no son reales, hipotéticas, en los cuales hay que suponer la realidad de un evento. También puede plantear escenarios relacionados con proyectos que están en etapa de investigación y desarrollo, por lo tanto pueden ser realidad en el corto plazo.

### 5.1. Introducción a la encuesta

En el texto introductorio se le explica tanto a conductores de automóvil como pasajeros, que una vez que realizan un desplazamiento en auto y llegan al destino para realizar un trámite dicho vehículo debe quedarse en un parqueadero. Con alta probabilidad habrán experimentado las consecuencias de un embotellamiento en la hora “peak”, avanzando con el grupo de vehículos a muy baja velocidad, por una calle principal que los lleva al centro.

Se les pide, entonces y como parte del ejercicio de decisión, que imaginen que deben ir al centro a realizar un trámite y quieren o deben ir en auto. No son el/la/los únicos/as que va en auto, y la capacidad de los estacionamientos es limitada. Si tienen “suerte”, información en tiempo real o van fuera de la hora “peak” encontrarán rápidamente un lugar para el automóvil; de otra forma llegarán a un garaje de estacionamiento que está lleno y en consecuencia deberán conducir hacia otro lugar.

Consecuentemente, se les pide imaginar que hay un sistema que permite “reservar” un espacio para individualizado en zona de parquímetros por el tiempo deseado: 30 minutos, 2 horas, etc, en el que todos los aspectos técnicos están resueltos, así que nadie más que quien reserva podrá utilizar dicho espacio. Posteriormente, se espera que indique si realiza o no realiza la reserva en escenarios prediseñados<sup>2</sup> en base a los siguientes atributos:

- La antelación con la que se planifica el viaje en auto: 1, 3 o 7 días
- La duración del trámite que se realizará: 1.5, 2.5 u 8 horas
- El número de cupos de reserva disponibles, que puede entenderse como el estado general de congestión en la zona de destino: 1, 4 o 9 plazas
- El tamaño de la zona de reserva: 50 u 80 plazas
- El costo de hacer la reserva: 1000 CLP (1.67 USD) , 2000 CLP (3.33 USD) o 4000 CLP (6.67 USD)
- El tiempo que normalmente requiere un conductor para encontrar un lugar para aparcar cuando no reserva: 10 o 20 minutos

Son doce el total de escenarios o situaciones de elección presentados, cuyas respuestas permiten estimar parámetros para calibrar un modelo de comportamiento de conductores capaz de indicar cuáles son los atributos significativos en la elección y su correspondiente peso.

---

<sup>2</sup> Ver Anexo 2, diseño de cuestionario de preferencias declaradas mediante la minimización del D-error

## 5.2. Descripción de los participantes

El análisis que se presenta en la siguiente sección está estrechamente relacionado con ciertas características descriptivas de los participantes. La mayoría de éstos tiene entre 30 y 49 años, siendo mayor el grupo etario comprendido entre 30 y 39 años; la suma de los grupos etarios en los extremos, es decir mayores de 60 o tener entre 20 y 29, es ligeramente superior al 10% (ver Figura 6.1).

Más del 92% de los encuestados cuenta con estudios superiores universitarios completos, de los cuales 82% tienen estudios de posgrado; solamente un 8% de los encuestados está realizando los estudios universitarios (ver Figura 6.2). Por otro lado, el 91.8% de los encuestados tiene un vehículo, llámese auto o moto (ver Figura 6.3), sin embargo, solo el 61% de los encuestados utiliza estos modos de transporte para ir al lugar de trabajo; el 4% camina, el 18% utiliza algún tipo de transporte público, y el 16% utiliza más de un modo para desplazarse (ver Figura 6.4).

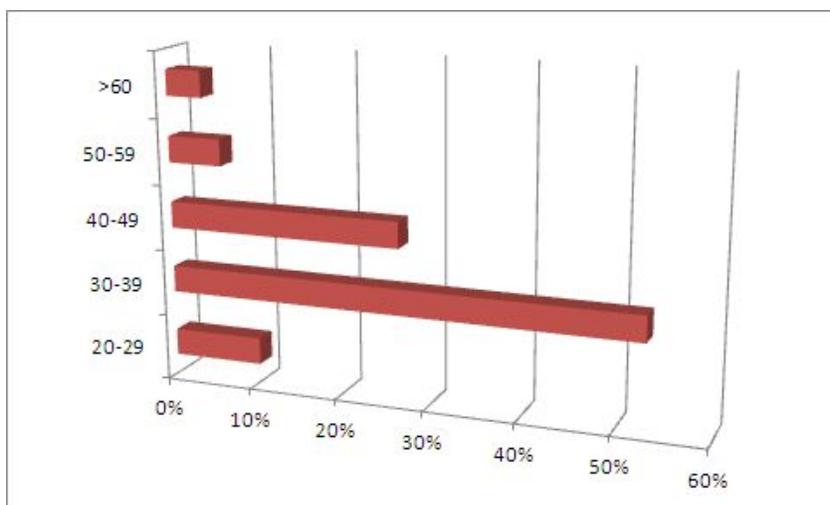


Figura 6.1 Composición de la edad de los participantes de la encuesta

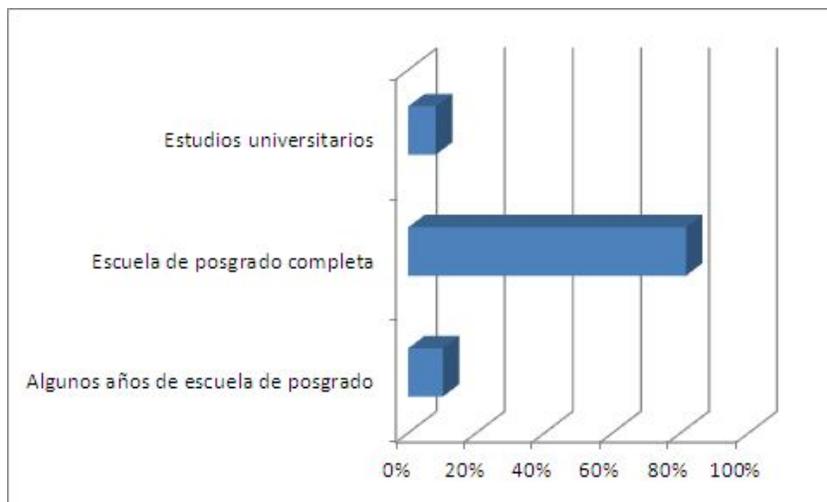


Figura 6.2 Nivel de estudios

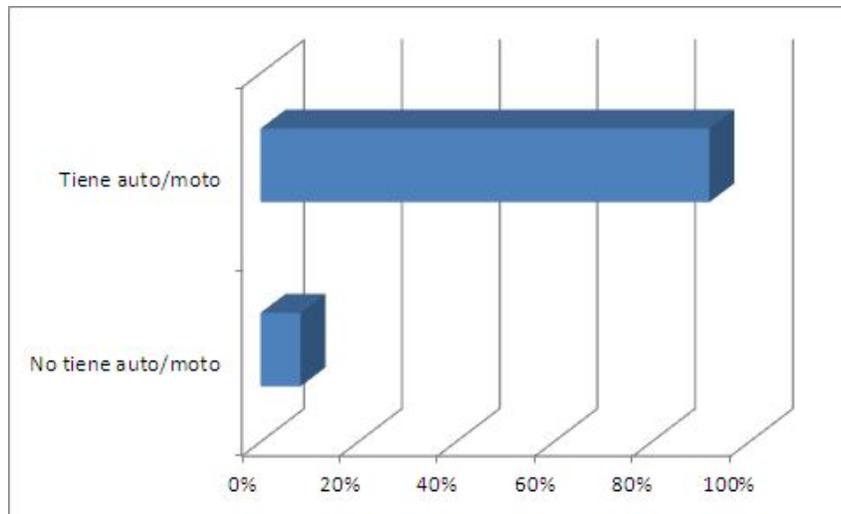


Figura 6.3. Grado de motorización

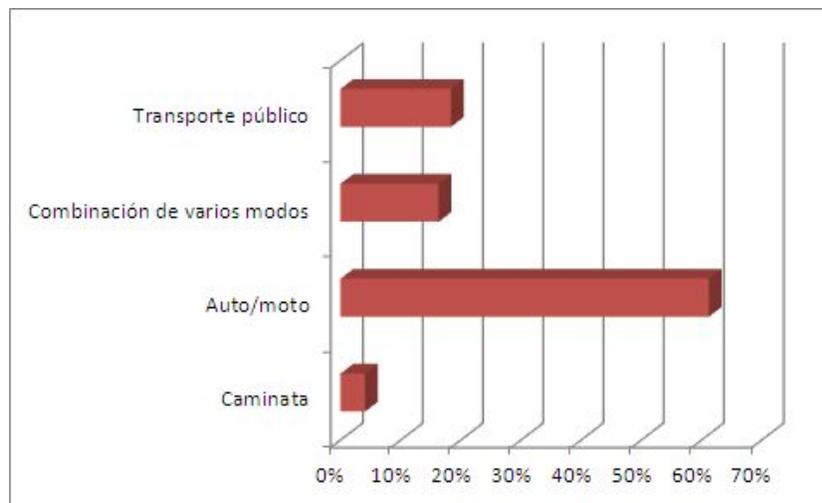


Figura 6.4 Patrones de movilidad actual

### 5.3. Estimación de parámetros

El software utilizado para realizar el análisis estadístico es SPSS; permite considerar un modelo de elección binaria, correspondiente a la intención de reservar o no reservar. Cada opción representa una utilidad para quien toma la decisión, y dicha utilidad es usada posteriormente para calcular la probabilidad que una reserva se realice.

De forma simultánea se considera los atributos descriptivos del participante, así como los atributos que definen el escenario de elección. El listado de parámetros verdaderamente significativos se presenta en la Tabla 6.1.

### 5.4. Conclusiones operativas y de segmentación

Según la Tabla 6.1, la opción de reservar presenta una constante de valor positivo (4.276), en relación al valor de referencia (cero) que se establece para la opción de no reservar. Esto es extremadamente relevante para este proyecto, pues indica que los participantes están inmersos en un entorno de reserva tenderán a realizarla.

Es significativo en la decisión de reservar el tiempo que un conductor deberá invertir en la búsqueda si la reserva no se realiza; el parámetro que pondera este atributo es positivo (0.06), indicando que en la medida que el tiempo esperado o percibido es mayor aumenta la probabilidad de realizar una reserva.

También resultó significativo el atributo relacionado con el costo de realizar una reserva, con signo negativo (-0.001), razonablemente indicando que a mayor costo por este ítem menor es la probabilidad de realizar una reserva. Dicho costo fue presentado de forma tal que puede ser relacionado con referencia a la tarifa horaria del servicio de estacionamiento.

En relación con la duración de la estadía, de la actividad que motiva el viaje, el parámetro que acompaña dicho atributo resultó significativo y con signo negativo (-0.086), lo que indica una mayor tendencia a reservar cuando las estadías son cortas; esta información es de gran utilidad para definir el target del servicio ofrecido.

Hasta ahora, los atributos y parámetros descritos dependen de la situación de elección; otro grupo de atributos que resultaron significativos se presentan en la Tabla 5-1; sobre el grupo etario al cual pertenece la persona que está tomando la decisión aporta más utilidad a la probabilidad de realizar una reserva el comprendido entre los 30 y 39 años; otros dos grupos etarios resultaron significativos, tales como el comprendido entre 20 y 29, y 40 y 49. De estos últimos grupos, aporta más utilidad a la probabilidad de realizar una reserva.

También resultó significativo, en la decisión, el contar o no contar con un vehículo; así como la forma en que quien toma la decisión se desplaza normalmente. Los signos obtenidos no indican claramente una intención o una interpretación; observemos por ejemplo el signo asociado al atributo descriptivo al grado de motorización del participante: es negativo, siendo contraintuitivo pues se esperaría que todo aquel es propietario de un vehículo estaría inmediatamente dispuesto a reservar. Sin embargo, se entiende mejor el signo obtenido por el atributo relacionado con la movilidad en auto (+2.074), que podría sugerir que para quien viaja en auto es útil reservar y evitar la inversión de tiempo inútil en la búsqueda de un lugar.

Es bastante común que una persona que viaje en transporte público sea propietaria de un auto. Por lo tanto el análisis incluyó una variable ficticia representando dicha situación en los participantes. La variable ficticia resultó significativa y con signo positivo (1.819); de hecho, todas las variables significativas relacionadas con la movilidad resultaron positivas, siendo la que mayor peso tiene desplazarse en auto.

Se analizó un caso especial, excluyendo las respuestas de aquellos que no son propietarios de un automóvil, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5-2. Dentro de este subgrupo, resultan significativos la constante relacionada con realizar la reserva y el costo de realizar la reserva; y en relación con los atributos que describen al participante de la encuesta resulta significativo un nuevo grupo etario comprendido entre 50 y 59 años -con una actitud todavía más favorable para realizar una reserva en comparación al grupo etario comprendido entre los 30 y 39 años. Finalmente, el grupo etario comprendido entre los 20 y 29 años sigue siendo aquel que presenta menos propensión a realizar la reserva.

Paso 5a	B	Error estándar	Wald	Sig.	Exp(B)
Grupo etario 20-29	-2,486	458	29,415	0	83
Grupo etario 30-39	-1,376	379	13,150	0	253
Grupo etario 40-49	-2,165	405	28,532	0	115
Propietario de auto	1,840	469	15,405	0	159
Viaja en auto	2,074	386	28,867	0	7,953
Variable ficticia 1 (tiene auto-viaja en transporte público)	1,819	443	16,851	0	6,169
Combinación de modos	1,837	491	14,000	0	6,275
Duración de estadía (horas)	-0.86	37	5,332	21	918
Costos de la reserva	-1	0	64,270	0	999
Tiempo de búsqueda si no reserva (min)	0.60	30	4,114	43	1,062
Constante	4,276	632	45,717	0	71,965

Tabla 5-1: Variables en Ecuación y estimación de parámetros

Paso 6 <sup>a</sup>	VAR00002	-22,192	7731,135	,000	1	,998	,000
	VAR00003	-20,652	7731,135	,000	1	,998	,000
	VAR00004	-21,358	7731,135	,000	1	,998	,000
	VAR00005	-19,512	7731,135	,000	1	,998	,000
	VAR00007	2,573	,596	18,664	1	,000	13,105
	VAR00009	2,098	,660	10,112	1	,001	8,151
	VAR00010	2,045	,631	10,496	1	,001	7,730
	VAR00015	-,001	,000	62,486	1	,000	,999
	Constante	21,659	7731,135	,000	1	,998	2549957943

Nota: El significado de cada una de las variables se describe a continuación. VAR00002 = Entre 20 y 29 años; VAR00003 = Entre 30 y 39 años; VAR00004 = Entre 40 y 49 años; VAR00005 = Entre 50 y 59 años; VAR00007 = Modo auto; VAR00009 = Modo transporte público; VAR00010 = Modo combinación de modos; VAR00015 = Valor de la reserva

Tabla 5-2 Caso especial considerando solo respuestas de propietarios de auto

En resumen, la tendencia por reservar es clara especialmente entre personas que viajan en auto, dispuestas a interactuar en un entorno o interfaz de reserva de plazas de estacionamiento, y su edad se sitúa entre 30 y 59 años; esto no es necesariamente perjudicial desde el punto de vista de la planificación urbana pues la oferta de plazas de estacionamiento se mantiene constante.

Aquellos que reservan son sensibles al costo de la reserva y a las condiciones del tráfico que impactan en los tiempos de búsqueda. La opción de reservar tiene que ver con un uso más eficiente de la oferta y una fuerte apuesta por la regulación de la demanda de transporte, puesto que en zonas de reserva no tendrá sentido realizar búsquedas infructuosas.

## 6. Contexto y Prefactibilidad Legal

Este capítulo considera la realización de un análisis, a nivel de prefactibilidad legal, de la implementación de la tecnología desarrollada en el capítulo 3, y la optimización propuesta en el capítulo 4; para esto es necesario establecer en qué medida el proyecto será benéfico para una ciudad chilena.

### 6.1. Beneficios sociales esperados

La eficiencia en un proceso de búsqueda de un lugar para estacionar está condicionada por los conocimientos de los conductores (i.e.: la ubicación de estacionamientos en el barrio y patrones de llegada) y por la información disponible (e.g.: desde señales fijas hasta VMS o Apps).

La literatura científica indica que el proceso en mención no es eficiente, pues implica un consumo extra de combustible y se producen toneladas de CO<sub>2</sub> (Shoup, D. 2007) en entornos urbanos. También se le describe haciendo alusión a calles saturadas y congestión (Arnott and Inci, 2006), con un flujo vehicular incrementado entre 25-40% por conductores que ya llegaron a su destino (Giuffrè, T; Siniscalchi, S; Tesoriere, G, 2012) y que conducen a baja velocidad (Caicedo, 2005); al no encontrar donde aparcar, estos conductores continúan circulando y empeoran el nivel de servicio operativo de las calles.

De acuerdo con Rye et al (Rye, T., Hunton, K., Ison, S., Kocak, N., 2008), está demostrado que la disponibilidad, gestionada como política de estacionamiento es una exitosa herramienta de regulación de la demanda. Los investigadores del Department of Business Administration, National Chung Hsing University y del Department of Business Administration and Graduate Institute of Logistics Management, National Dong Hwa University de Taiwan, Tsai y Chu (2012) (Tsai, M ; Chu, C., 2012) estudiaron los beneficios teóricos de un mecanismo de reservas de estacionamiento, orientado a reducir la congestión; hacen hincapié en beneficios para los municipios en relación a incrementos en los montos recaudados por derechos de concesión al introducirse un cobro por la reserva que es equivalente al valor del tiempo de búsqueda ahorrado.

Casos concretos estudiados, en los que la tarifa es variable (aún sin la posibilidad de reservar) reportan 13-46% de reducción en el tiempo de búsqueda, 3-6% de reducción en la emisión de contaminantes (SFpark:Pilot Project Evaluation Summary, 2013), e ingresos 2,7-14,5% de ingresos adicionales en la industria de la reserva por medio de Revenue Management (Revenue Management, (n.d), In Wikipedia).

Santiago Reserva Parking apunta a validar y mejorar estos indicadores, directamente relacionados con beneficios para los actores principales: conductores, operadores y municipios.

### 6.2. Análisis de factibilidad

En este punto corresponde destacar que se ha desarrollado un primer examen de factibilidad del proyecto "Santiago Reserva Parking" a partir de la legislación que sería aplicable al mismo. Los antecedentes revisados son los siguientes:

- Decreto exento 2247 de adjudicación de la concesión de parquímetros en Providencia. (Decreto exento: Concesión de control de tiempo de estacionamiento en las vías públicas de la comuna de providencia, 2011)
- Ordenanza sobre retiro de vehículos abandonados, mal estacionados o que hayan sufrido algún accidente o desperfecto en la vía pública. (Aprueba ordenanza sobre retiro de vehículos abandonados, mal estacionados o que hayan sufrido algún accidente o desperfecto en la via publica, 1985)
- Ley de tránsito: 18.290, de la República de Chile, Título XIII. Del estacionamiento y la detención.

En ese sentido se concluye, preliminarmente y hasta este punto del análisis, que el proyecto sería legalmente factible de llevar a cabo, pero con observaciones relacionadas con la posibilidad de malinterpretaciones sobre el uso de espacios reservados e infracciones al sistema. Se destaca que la realización del mismo en el marco de la juridicidad, no se puede asimilar a las figuras tradicionales de concesión de parquímetros existente actualmente en Chile.

Se llega a esta conclusión en atención a que la operatividad del proyecto y el modelo de negocios que lo sustentaría, conlleva una participación de particulares mucho mayor en intensidad que la mera instalación de medidores de tiempo.

Por otra parte, el régimen legal de parquímetros hoy en día se enfrenta a problemas de indefinición jurídica que no hacen recomendable en su aplicación. Si lo anterior además se suma a los beneficios ofrecidos a la comunidad identificados en la sección anterior, que justifican el acto administrativo, es recomendable la implementación de un sistema de concesión ad-hoc, que establezca la regulación jurídica aplicable, en cuanto a régimen de Derecho Administrativo y Público general, para un eventual plan de negocios.

## 7. Conclusiones

Considerando que, en entornos urbanos, tres de cada diez vehículos que circula por las calles ya llegó a su destino y empeora las condiciones de congestión simplemente porque no encuentra un lugar para aparcar, el objetivo general de este documento consistió en explorar el marco conceptual y el análisis de la industria del estacionamiento con énfasis en la realización de reservas, como elemento que permite planificar los viajes hacia las zonas de atracción de viajes en una ciudad.

La industria de estacionamiento agrupa a operadores de infraestructura, constructores, distribuidores de tecnología, consultores, administración municipal y desarrolladores de aplicaciones; en este caso se dio especial consideración a los principales desarrollos tecnológicos en el mundo, para terminar analizando la concesiones vigentes de parquímetros en Chile.

Una encuesta online de preferencias declaradas permitió analizar la posibilidad de realizar reservas de zonas de parquímetros. Entendiendo los parámetros estimados como una pauta para la segmentación de clientes, el grupo etario que más utilidad encuentra en realizar una reserva está comprendido entre los 30 y 39 años; otros dos grupos etarios resultaron significativos, tales como el comprendido entre 20 y 29, y 40 y 49. Por otro lado, existe una propensión hacia la reserva, toda vez que un individuo está inmerso en una situación de elección. Es significativo el tiempo que un conductor deberá invertir en la búsqueda si no tiene la posibilidad de reservar, como también lo es el costo por realizar la reserva directamente relacionado con la antelación. Finalmente, la duración de la actividad que motiva el viaje establece una relación inversa con la probabilidad de realizar una reserva, de forma que a mayor duración menor es la probabilidad de realizarla.

Desde la perspectiva técnica, el sistema que se propone en este documento tiene la capacidad de asignar plazas de estacionamiento a ciertos usuarios de interés, a través de una lógica de reserva y supervisión de disponibilidad de las mismas. Los temas analizados considera el inventariado, disponibilidad, identificación, asignación, transmisión de datos, recepción y actualización de información.

El modelo propuesto en el capítulo 4, planteando una doble optimización para garantizar que al reservar espacios los tiempos de búsqueda se reducen y restricciones que buscan un conjunto de valores por concepto de reserva que conduzcan a un modelo de negocio rentable, define una perspectiva interesante a considerar, sobre todo por la posible generación de valor simultánea para un municipio y para los conductores.

## Bibliografía

Airportparking (2015). <https://www.airportparking.com/>

AirportParkingReservations (2015). <http://www.airportparkingreservations.com/>

Arnott, R. and Inci, E. (2006). An integrated model of downtown parking and traffic congestion. *Journal of Urban Economics* 60(3), 418-442. ISSN: 0094-1190.

Arup Group Limited. (n.d). In Wikipedia. Retrieved Dec 2014, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Arup\\_Group\\_Limited](http://en.wikipedia.org/wiki/Arup_Group_Limited)

Biblioteca Nacional del Congreso de Chile (1995). Aprueba ordenanza sobre retiro de vehículos abandonados, mal estacionados o que hayan sufrido algún accidente o desperfecto en la via publica. (1985). <http://bcn.cl/1nh7b>.

Caicedo, F. (2005). *Gestión de aparcamientos subterráneos*. Edicions UPC. Barcelona (Spain) ISBN: 84-8301-808-X

Caicedo, F.; Diaz, A. (2013). Case analysis of simultaneous concessions of parking meters and underground parking facilities. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 49, 358–378

Constine, J. (Jun 23, 2014). SF Sends Cease-And-Desist To Apps Selling Public Parking Spots. Retrieved Jan 2015, TechCrunch from website: <http://techcrunch.com/2014/06/23/parking-apps/>.

Dalal, A. (Jan 2014). The future of the \$100 billion parking industry. Retrieved Jan 2015, from Pandodaily <http://pando.com/2014/01/30/the-future-of-the-100-billion-parking-industry/>.

Despegar (2015) [www.despegar.com](http://www.despegar.com)

Dunst, K. (2013, May) . The New 'Parking Ecosystem'. Retrieved Jan 2015, from Parking Today website: <http://www.parkingtoday.com/articledetails.php?id=1413>.

Edrams. (2015). <http://Edreams.com>

Fichman, M. Performance Parking. Retrieved, Jan 2015 from Carnegie Mellon University website: <http://www.cmu.edu/homepage/computing/2014/summer/performance-parking.shtml>.

Giuffrè, T; Siniscalchi, S; Tesoriere, G. (2012). A Novel Architecture of Parking Management for Smart Cities. *SIIV-5th International Congress - Sustainability of Road Infrastructures 2012. Procedia - Social and Behavioral Sciences* 53, 16–28.

Kiessling, T. (April 9, 2014). Smart City: How Technology is Solving Search for Elusive Parking Spot. Retrieved Jan 2015, from International Business Site from website: <http://www.ibtimes.co.uk/smart-city-how-technology-solving-search-elusive-parking-spot-1444063>.

Lanier Parking Meter Services. (March 24, 2012). Retrieved Jan 2015 from LanierParking website: <http://lanierparking.com/services/on-street-meter-division/>.

Ledda I. Larcher a, Enrique M. Biasoni a. (2011). ALGORITMO PARA DETECCIÓN DE BORDES Y ULTERIOR DETERMINACIÓN DE OBJETOS EN IMÁGENES DIGITALES. <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/3955/3872>.

Mathworks (2015) Convert RGB image or colormap to grayscale, (n.d). In Mathworks. Retrieved Nov 2014, from <http://www.mathworks.com/help/images/ref/rgb2gray.html>.

Mathworks (2015.) Histogram of image data. (n.d). In Mathworks. Retrieved Nov 2014, from <http://www.mathworks.com/help/images/ref/imhist.html>.

Municipalidad de Providencia (2011). Decreto exento: Concesión de control de tiempo de estacionamiento en las vías publicas de la comuna de providencia. Retrieved Jan 2015, from

Municipalidad de Providencia from website:  
<http://transparencia.providencia.cl/tact/Carpeta/VerTabla/10603> and  
<http://firma.providencia.cl/dsign/cgi/main.exe/VerDocSDTree?IDDOC=649969>.

New Cities Foundation (2014). How Smart Parking Makes Way for Smart Cities Bog. (March 17, 2014). Retrieved Jan 2015, from New Cities Foundation website:  
<http://www.newcitiesfoundation.org/smart-parking-makes-way-smart-cities/>.

O'Connor, M. (2012). The Internet of Things: does it start with parking?. Retrieved Jan 2015, from ZDNet website: <http://www.zdnet.com/article/the-internet-of-things-does-it-start-with-parking/>

Parameswaran, A. (2010). Is RSSI a Reliable Parameter in Sensor Localization Algorithms – An Experimental Study. [http://www.cse.buffalo.edu/srds2009/F2DA/f2da09\\_RSSI\\_Parameswaran.pdf](http://www.cse.buffalo.edu/srds2009/F2DA/f2da09_RSSI_Parameswaran.pdf).

ParkCloud (2015). <http://www.parkcloud.com/en-GB>

Parking-Net (2015). <http://www.parking-net.com/parking-news/parkcloud/city-centre-parking-reservations>

Rivera, J. (2014). Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2015. Retrieved Jan 2015 from Gartner website: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2867917>.

Rye, T., Hunton, K., Ison, S., Kocak, N. (2008). The role of market research and consultation in developing parking policy. *Transport Policy* 15, 387–394

SFpark. (2013) SFpark:Pilot Project Evaluation Summary. (2013). Retrieved Nov 2014, SFpark from [http://sfpark.org/wp-content/uploads/2014/06/SFpark\\_Eval\\_Summary\\_2014.pdf](http://sfpark.org/wp-content/uploads/2014/06/SFpark_Eval_Summary_2014.pdf)

SFpark. (2014) (n.d). In Wikipedia. Retrieved Dec 2014, from <http://en.wikipedia.org/wiki/SFpark>.

Shoup, D. (1997). Paper The High Cost of Free Parking. The University of California Transportation Center, University of California. Paper: <http://www.uctc.net/papers/351.pdf>.

Shoup, D. (2007). Cruising for parking. Access 30, 16-2. <http://shoup.bol.ucla.edu/CruisingForParkingAccess.pdf>.

Smart City. (2014). (n.d). In Wikipedia. Retrieved Dec 2014, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_city](http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city).

SpotHero. (2014) (n.d). In Wikipedia. Retrieved Dec 2014 from <https://en.wikipedia.org/wiki/SpotHero>.

Streetline (2014). How Smart Parking Makes Way for Smart Cities. (March 17, 2014). Retrieved Jan 2015 from Streetline website:  
<http://www.streetline.com/blog/how-smart-parking-makes-way-for-smart-cities/>.

Streetline (2015). Streetline Unveils Next Generation Cloud-Based Parking Data and Analytics Platform, ParkSight™ 2.0. (February 20, 2014). Retrieved Jan 2015 from Streetline website:  
<http://www.streetline.com/2014/02/streetline-unveils-next-generation-cloud-based-parking-data-and-analytics-platform-parksight-2-0/>.

Tay, D. (2014). In densely populated Bangkok, this startup will help you find a parking space legally. Retrieved Jan 2015, from TechInAsia website:  
<https://www.techinasia.com/parking-duck-find-space-bangkok/>.

Tsai, M ; Chu, C. (2012). Evaluating parking reservation policy in urban areas : An environmental perspective. *Transportation Research Part D*, 17, 145-148

Viajar. (2015). [www.viajar.com](http://www.viajar.com)

Wikipedia. (2014) Cisco Systems. (n.d). In Wikipedia. Retrieved Dec 2014, from [https://en.wikipedia.org/wiki/Cisco\\_Systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Cisco_Systems).

Wikipedia. (2014). Discrete Choice Model. (n.d). In Wikipedia. Retrieved Nov 2014, from [https://en.wikipedia.org/wiki/Discrete\\_choice#F.\\_Logit\\_with\\_variables\\_that\\_vary\\_over\\_alternatives\\_.28also\\_called\\_conditional\\_logit.29](https://en.wikipedia.org/wiki/Discrete_choice#F._Logit_with_variables_that_vary_over_alternatives_.28also_called_conditional_logit.29).

Wikipedia. (2014). Grayscale. (n.d). In Wikipedia. Retrieved Dec 2014 from <http://en.wikipedia.org/wiki/Grayscale>.

Wikipedia. (2014). Revenue Management. (n.d). In Wikipedia. Retrieved Dec 2014, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Revenue\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Revenue_management).

Wikipedia. (2015). Modal share. (n.d). In Wikipedia. Retrieved Nov 2014, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Modal\\_share](http://en.wikipedia.org/wiki/Modal_share).

## Anexo 1. Listado de participantes en procesos de licitación de concesión de parquímetros en Chile

Razón Social	<b>INGENIERIA Y TRANSPORTES EPARK LIMITADA</b>
Nombre de Fantasía	Epark Ltda.
RUT	76068622-0
Giro	VENTA AL POR MAYOR DE MAQUINARIA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MATERIALES N. COMERCIO AL POR MENOR DE COMPUTADORAS, SOFTWARES Y SUMINISTROS ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS Y PARQUIMETROS OTRAS ACTIVIDADES CONEXAS AL TRANSPORTE N.C.P.
Nacionalidad	Chilena
Fecha de Creación	2009
Sitio Web	<a href="http://ww.epark.cl">http://ww.epark.cl</a>
Cantidad de Empleados	N/A
Contacto	+562 6322138 Email: <a href="mailto:contacto@epark.cl">contacto@epark.cl</a>
Valuación	N/A (Privada)
Principales Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingeniería e Informática Asociada</li> <li>- Constructora Villarrica</li> <li>- Comunidad Pueblo del Ingles</li> <li>- Empresa Gonzalo Prieto Guajardo</li> <li>- Centro Educativo Pedro de Valdivia</li> <li>- Sociedad Educativa Peniel S.A.</li> <li>- MHO Consultores Asociados</li> <li>- Empresa Constructora DLP</li> </ul>
Domicilio	Merced #156, Piso 2, Santiago Centro
Mercado	Transportes, Logística y Comercio Exterior
Adjudicadas	Municipalidad de Coyhaique San Vicente de Tagua Tagua Municipalidad de Curicó

Tabla 2.3 Antecedentes de Ingeniería y Transportes Epark Ltda.

Razón Social	<b>ADMINISTRADORA ESTACIONAMIENTOS MR LIMITADA</b>
Nombre de Fantasía	ADMINISTRADORA ESTACIONAMIENTOS MR LIMITADA

RUT	76244467-4
Giro	Enfocada en administración de estacionamientos y arriendo de equipos de vale Parking (maquinas capturadoras de parquímetros)
Nacionalidad	Chilena
Fecha de Creación	2013
Sitio Web	<a href="http://www.estacionamientosmr.cl/">http://www.estacionamientosmr.cl/</a>
Cantidad de Empleados	N/A
Contacto	Teléfono: 072-2986795/ Celulares: 83865321 - 85056672 E-mail: <a href="mailto:contacto@estacionamientosmr.cl">contacto@estacionamientosmr.cl</a>
Valuación	N/A
Principales Clientes	N/A
Domicilio	Pje Las Araucarias # 738, San Vicente de Tagua – Tagua Chile
Mercado	Administración de Estacionamientos y Arriendo de equipos
Adjudicadas	Municipalidad de San Vicente de Tagua Tagua

*Tabla 2.4 Antecedentes de Administradora Estacionamientos MR Ltda.*

Razón Social	<b>SOCIEDAD CONCESIONARIA DEL SUR LIMITADA</b>
Nombre de Fantasía	ADMINISTRADORA ESTACIONAMIENTOS MR LIMITADA
RUT	76127417-1
Giro	N/A
Nacionalidad	Chilena
Fecha de Creación	N/A
Sitio Web	N/A
Cantidad de Empleados	N/A
Contacto	<a href="mailto:vbravom07@gmail.com">vbravom07@gmail.com</a> Telefono: (56-45) 284 4135
Valuación	N/A
Principales Clientes	N/A

Domicilio	YERBAS BUENAS N° 485, Chile
Mercado	
Adjudicadas	MUNICIPALIDAD DE QUILLOTA

*Tabla 2.5 Antecedentes de Sociedad Concesionaria del Sur Ltda.*

Razón Social	<b>DAVID CELESTINO SALAZAR PENA</b>
Nombre de Fantasía	DAVID SALAZAR PEÑA
RUT	8.751.928-7
Giro	N/A
Nacionalidad	Chilena
Fecha de Creación	N/A
Sitio Web	N/A
Cantidad de Empleados	N/A
Contacto	<a href="mailto:dsalazar_tecnova@hotmail.com">dsalazar_tecnova@hotmail.com</a> (56) (41) 2876892
Valuación	N/A
Principales Clientes	N/A
Domicilio	Luis Cousiño 366 Parque Luis
Mercado	N/A
Adjudicadas	Ninguna

*Tabla 2.6 Antecedentes de David Celestino Salazar Peña Sprl.*

Razón Social	<b>ESTACIONAMIENTOS Y LAVADO DE VEHICULOS LTDA</b>
Nombre de Fantasía	Explolav Ltda.
RUT	76.301.688-9
Giro	N/A
Nacionalidad	Chilena

Fecha de Creación	N/A
Sitio Web	N/A
Cantidad de Empleados	N/A
Contacto	Email: <a href="mailto:estacionamientosylavados@hotmail.com">estacionamientosylavados@hotmail.com</a> Telefono: 2-4190049
Valuación	N/A
Principales Clientes	N/A
Domicilio	Nva. RECOLETA # 3853
Mercado	N/A
Adjudicadas	Municipalidad de Santa Cruz

Tabla 2.7 Antecedentes de Estacionamientos y Lavado de Vehículos Ltda.

Razón Social	<b>ESTACIONAR S.A</b>
Nombre de Fantasía	ECM
RUT	96.870.910-0
Giro	La empresa cubre sectores diversos como ser Medicina, Minería, Servicios de Consultoría y Ingeniería.
Nacionalidad	Chilena
Fecha de Creación	1983
Sitio Web	<a href="http://www.ecm.cl/">http://www.ecm.cl/</a>
Cantidad de Empleados	1001-5000 employees
Contacto	Fono (56)(2) 6555500 Fax (56)(2) 6555501 Mail <a href="mailto:carlos.lopez@ecm.cl">carlos.lopez@ecm.cl</a>
Valuación	N/A
Principales Clientes	Los clientes son diversos en todos los rubros antes mencionados.
Domicilio	Teléfono: (+56 22) 655 55 00 / Fax: (+56 22) 655 55 01 / Dirección: Avda. Eliodoro Yáñez 1890, Providencia, Santiago, Chile
Mercado	

Adjudicadas	MUNICIPALIDAD DE TALAGANTE Municipalidad de San Miguel MUNICIPALIDAD DE INDEPENDENCIA Municipalidad de Iquique Ciudad de Chillá
-------------	---

*Tabla 2.8 Antecedentes de Estacionar S.A.*

Razón Social	<b>SOCIEDAD INMOBILIARIA E INVERSIONES SAN GABRIEL LIMITADA</b>
Nombre de Fantasía	Inmobiliaria San Gabriel Ltda.
RUT	76063321-6
Giro	
Nacionalidad	Chilena
Fecha de Creación	N/A
Sitio Web	N/A
Cantidad de Empleados	N/A
Contacto	veronicacontre@gmail.com
Valuación	N/A
Principales Clientes	N/A
Domicilio	JANUARIO ESPINOZA 680
Mercado	Arriendo De Propiedades, Construcción De Edificios Estacionamientos Para Automóviles
Adjudicadas	Ninguna

*Tabla 2.9 Antecedentes de Sociedad Inmobiliaria e Inversiones San Gabriel Ltda.*

Razón Social	<b>Concesiones Providencia S.A.</b>
Nombre de Fantasía	Concesiones Providencia S.A.
RUT	76148758-2
Giro	N/A
Nacionalidad	Chilena
Fecha de Creación	N/A
Sitio Web	<a href="http://www.concesionesprovidencia.cl/quienes.htm">http://www.concesionesprovidencia.cl/quienes.htm</a>
Cantidad de Empleados	
Contacto	Concesiones Providencia S.A/ Telefono : (2) 22326131/Email : contacto@concesionesprovidencia.cl
Valuación	N/A
Principales Clientes	N/A
Domicilio	General Bustamante 24, Providencia, Santiago, Chile
Mercado	N/A
Adjudicadas	Comuna de Providencia

*Tabla 2.10 Antecedentes de la concesión de parquímetros en Providencia*

## Introducción

Estimado participante, agradecemos el interés de participar respondiendo este cuestionario de Preferencias Declaradas (PD). En las preferencias declaradas se da respuestas a situaciones hipotéticas y a escenarios que pueden ser reales en el corto plazo.

## Instrucciones del cuestionario

Para este cuestionario, el escenario es que necesitas ir en carro al centro de la ciudad en horas pico a realizar un trámite personal. Imagina que hay un sistema que te permite “reservar” un espacio para guardar tu carro en un parqueadero del centro por el tiempo que desees: 30 minutos, 1 hora, 2 horas, etc.

Cada escenario que se presentará está definido por:

- La anticipación con la que planeas ir al centro en tu carro.
- La duración del trámite que vas a realizar.
- El número de cupos de reserva disponibles en los parqueaderos
- El costo de hacer la reserva de una plaza en un parqueadero
- El tiempo que normalmente requiere un conductor para encontrar un lugar para parquear (si no efectúa una reserva)

Nota: En cada escenario te preguntarán si quieres reservar o no un lugar para parquear. Si eliges reservar podrás acceder fácilmente sin contratiempos al parqueadero.

También considera que:

- El costo que te presentan en cada escenario corresponde solamente a la reserva del parqueadero y no a las tarifas que cobra el sitio por el tiempo de uso.
- NO HAY RESPUESTAS INCORRECTAS.

## Escenario 1 de 3

En los siguientes 3 escenarios tú estás planificando ir al centro de Medellín, con 7 días de antelación; por ejemplo, hoy estás planificando algo que harás la próxima semana.

## Escenario A

**El auto estará parqueado durante: 1 hora 30 minutos**

**Solo quedan: 4 de las 50 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 1.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 10 minutos**

\* 1. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

## Escenario B

**El auto estará parqueado durante: 8 horas**

**Solo quedan: 4 de las 50 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo de: 2.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 20 minutos**

\* 2. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

## Escenario C

**El auto estará parqueado durante: 1 horas 30 minutos**

**Solo quedan: 9 de las 50 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo de: 3.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 10 minutos**

\* 3. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

## Escenario 2 de 3

**En los siguientes 4 escenarios tú estás planificando ir al centro de Medellín, con 3 días de antelación; por ejemplo, si hoy es lunes estás planificando algo que harás el jueves.**

## Escenario D

**El auto estará parqueado durante: 8 horas**

**Solo quedan: 9 de las 80 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 1.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 20 minutos**

\* 4. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

**Escenario E**

**El auto estará parqueado durante: 8 horas**

**Solo quedan: 1 de las 80 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 1.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 10 minutos**

\* 5. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

**Escenario F**

**El auto estará parqueado durante: 2 horas 30 minutos**

**Solo quedan: 9 de las 50 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 2.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 20 minutos**

\* 6. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

**Escenario G**

**El auto estará parqueado durante: 1 hora 30 minutos**

**Solo quedan: 9 de las 80 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 3.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 10 minutos**

\* 7. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

**Escenario 3 de 3**

**En los siguientes 5 escenarios tú estás planificando ir al centro de Medellín con 1 días de antelación; es decir, para mañana.**

**Escenario H**

**El auto estará parqueado durante: 2 horas 30 minutos**

**Solo quedan: 1 de las 80 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 3.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 10 minutos**

\* 8. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

### Escenario I

**El auto estará parqueado durante: 8 horas**

**Solo quedan: 4 de las 50 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 3.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 20 minutos**

\* 9. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

### Escenario J

**El auto estará parqueado durante: 8 horas**

**Solo quedan: 9 de las 50 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 2.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en s tu carro, buscando otro lugar, durante: 10 minutos**

\* 10. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

### Escenario K

**El auto estará parqueado durante: 8 horas**

**Solo quedan: 9 de las 50 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 3.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en s tu carro, buscando otro lugar, durante: 10 minutos**

\* 11. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

## Escenario L

**El auto estará parqueado durante: 1 hora 30 minutos**

**Solo quedan: 9 de las 80 plazas que pueden ser reservadas**

**Hacer la reserva tiene un costo para ti de: 1.000 pesos**

**Si decides NO reservar la plaza, ese día deberás circular en tu carro, buscando otro lugar, durante: 20 minutos**

\* 12. ¿Cuál es tu preferencia?

- Sí hago la reserva
- NO hago la reserva

## Preguntas sobre la movilidad del participante

**Las últimas cuatro preguntas se relacionan contigo y la forma en que normalmente se desplazas entre orígenes y destinos en Medellín. Nos permiten entender mejor sus respuestas en los escenarios planteados.**

**\* son preguntas estandarizadas de encuestas online y el pronombre personal utilizado es "usted".**

13. ¿Cuál es su categoría de edad?

- 17 o menos
- 18-20
- 21-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60 o más

\* 14. ¿Cuál es su nivel máximo de educación?

\* 15. ¿Es propietario de un (o más) automóvil(es)?

- Sí
- No

16. En general ¿cuál es el modo de transporte más utiliza?

- Bicicleta
- Carro o moto
- Caminata
- Combinación de varios modos
- Transporte público (Bus, Metro, Metroplus, Metrocable)
- Otro

Finalización

**Muchas gracias por participar!**