



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE MODELOS, CASOS Y PLAN DE NEGOCIO DE
SERVICIOS DE UNA SMART CITY, EN BASE A UNA RED MUNICIPAL DE
LUMINARIAS INTELIGENTES

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE REDES DE COMUNICACIONES

JORGE FELIPE MEJÍA FREIRE

PROFESOR GUÍA:
ALFONSO EHIJO BENBOW

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JORGE SANDOVAL ARENAS
JOSÉ GONZÁLEZ ARENCIBIA
IGNACIO BUGUEÑO CÓRDOVA

SANTIAGO DE CHILE

2020

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE REDES DE COMUNICACIONES
POR: JORGE FELIPE MEJÍA FREIRE
FECHA: 2020
PROF. GUÍA: ALFONSO EHIJO BENBOW

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE MODELOS, CASOS Y PLAN DE NEGOCIO DE SERVICIOS DE UNA SMART CITY, EN BASE A UNA RED MUNICIPAL DE LUMINARIAS INTELIGENTES

Las Tecnologías de la Información y Comunicación junto con el Internet de las Cosas, son las herramientas que hoy en día están siendo utilizadas cada vez con mayor frecuencia, sobretodo en el sector industrial, para ofrecer servicios con cierto grado de "inteligencia" que permitan obtener mayores beneficios que los servicios tradicionales.

Una ciudad inteligente aprovecha estas tecnologías para dotar de servicios inteligentes a sus ciudadanos, teniendo entre sus objetivos el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, hacer frente al creciente consumo de recursos con su respectivo impacto en el medio ambiente, producto del incremento acelerado de la población en las grandes ciudades, de tal forma que la gestión de la ciudad, sus recursos, sus necesidades y sus servicios sean más eficientes y sustentables.

En Chile y gran parte de las ciudades del mundo son las municipalidades las encargadas de proveer de servicios públicos a sus habitantes, por ello también son las principales interesadas en la implementación de servicios inteligentes que les ayuden a conseguir esa eficiencia en el manejo de los recursos y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Las grandes ciudades tienen por lo general necesidades comunes por solventar, algunas más prioritarias que otras, como por ejemplo los problemas de contaminación, movilidad y seguridad.

En ese contexto, en este trabajo de tesis se analiza a manera de ejemplo, la factibilidad técnica y económica que implicaría la implementación de dos tipos de servicios inteligentes en torno a una Smart City.

Para ello se realiza la investigación del estado del arte y los antecedentes tecnológicos, normativos y legales correspondientes a servicios inteligentes para Smart Cities a través de las TICs e IoT.

Posterior a esto, se desarrollan dos modelos de negocio con su respectivo caso de negocio acerca de servicios inteligentes de una Smart City. El primer servicio que se analiza es el del alumbrado público inteligente, a manera de establecer un punto base para otros servicios. El segundo modelo desarrollado corresponde al servicio de estacionamiento inteligente, considerando la infraestructura habilitante del alumbrado público.

Finalmente en base a los resultados del punto anterior, se plantean los lineamientos generales para la elaboración de un plan de negocio para la prestación de servicios en base a una red pública de luminarias inteligentes.

Agradecimientos

En primer lugar agradezco a mi familia, mi esposa e hija, quienes me acompañaron en todo este proceso animándome a dar cada paso, haciendo que el camino hacia la meta sea más motivante.

Al Estado ecuatoriano, el cual a través de la SENESCYT me dio la oportunidad de estudiar en el exterior, otorgándome una beca.

A mis profesores, y en especial a mi profesor guía Alfonso Ehijo, quien me apoyó en todo momento con su gran calidad profesional y humana para culminar con éxito este trabajo.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Metodología	2
1.4. Descripción del documento	3
2. Antecedentes	4
2.1. Ciudad Inteligente	4
2.1.1. Ventajas	5
2.1.2. Estructura	5
2.1.3. Ejes	6
2.2. Internet de las cosas	8
2.2.1. Componentes	8
2.3. Infraestructura habilitante	9
2.3.1. Red de alumbrado público	10
2.3.1.1. Servicios de primer piso	10
2.3.1.2. Piso intermedio	10
2.3.1.3. Servicios de segundo piso	10
2.4. Estado del arte	12
2.4.1. Modelos de negocios	12
2.4.2. Ejemplos de Smart Cities	13
2.4.2.1. Escenario mundial	13
2.4.2.2. Escenario regional	15
2.5. Marco regulatorio y normativo	17
3. Metodología	20
3.1. Modelamiento de negocios	20
3.1.1. Modelo CANVAS	20
3.1.1.1. Componentes del modelo CANVAS	21
3.2. Análisis económico	23
3.2.1. Método cíclico de refinación para el Caso de Negocio	23
3.2.1.1. Criterios para la evaluación de proyectos	24
3.3. Plan de negocio	26
3.3.1. Planificación Estratégica	26

3.3.2.	Estructura estándar de un plan de negocio	27
3.3.2.1.	Descripción del negocio	27
3.3.2.2.	Análisis estratégico	28
3.3.2.3.	Análisis de mercado	28
3.3.2.4.	Plan operacional	28
3.3.2.5.	Plan de Recursos Humanos	28
3.3.2.6.	Plan de Marketing	28
3.3.2.7.	Plan Financiero	28
4.	Resultados	29
4.1.	Casos de éxito	29
4.1.1.	Dinamarca	29
4.1.2.	India	30
4.1.3.	Canadá	30
4.2.	Modelos de negocio	31
4.2.1.	Alumbrado público inteligente	31
4.2.2.	Estacionamiento inteligente	33
4.3.	Casos de negocio	35
4.3.1.	Alumbrado público inteligente - Smart Lighting	35
4.3.1.1.	Caso 1 - Sin recambio de luminarias ni sensorización	36
4.3.1.2.	Caso 2 - Recambio de luminarias, con sensorización y telegestión	38
4.3.1.3.	Caso 3 - Recambio de luminarias, con sensorización y telegestión - Modelo ESCO	43
4.3.2.	Estacionamiento inteligente - Smart Parking	44
4.3.2.1.	Caso 1 - Estacionamiento tradicional	45
4.3.2.2.	Caso 2 - Sensorización de plazas de estacionamiento	48
4.4.	Plan de negocio	53
4.4.1.	Análisis Estratégico	53
4.4.1.1.	Análisis PEST	53
4.4.1.2.	Análisis de Porter	56
4.4.1.3.	Análisis DAFO	58
4.4.2.	Análisis de Mercado	58
4.4.2.1.	Identificación del cliente	58
4.4.2.2.	Identificación de necesidades	61
4.4.3.	Plan de Operaciones	62
4.4.3.1.	Adjudicación de contratos	62
4.4.3.2.	Adquisiciones	63
4.4.3.3.	Implementación	63
4.4.3.4.	Mantenimiento	64
4.4.4.	Plan Económico y Financiero	64
5.	Discusión	65
5.1.	Casos de éxito	65
5.2.	Modelos de negocio	65
5.2.1.	Alumbrado público inteligente	66
5.2.2.	Estacionamiento inteligente	66
5.3.	Casos de negocio	67

5.3.1. Alumbrado público inteligente	67
5.3.2. Estacionamiento inteligente	68
5.4. Plan de negocio	69
6. Conclusiones	71
Bibliografía	73
Anexos	78
A. Modelos de negocio	78
A.1. Alumbrado público inteligente	78
A.1.1 Alternativa modelo ESCO	83
A.2. Estacionamiento inteligente	85
B. Casos de negocio	89
B.1. Alumbrado público inteligente	89
B.2. Estacionamiento inteligente	95

Índice de Tablas

2.1. Ejes de una Smart City [38].	7
2.2. Propuesta de límites del espectro radioeléctrico para bandas móviles	18
3.1. Criterios de evaluación del VAN.	25
3.2. Generación de opciones [26].	27
4.1. Parámetros base de alumbrado público inteligente	35
4.2. Resumen de inversión inicial - Alumbrado público tradicional	36
4.3. Resumen de depreciación de activos fijos - Alumbrado público tradicional	36
4.4. Resumen de costos fijos - Alumbrado público tradicional	37
4.5. Indicadores de evaluación de inversión - Alumbrado público tradicional	38
4.6. Resumen de inversión inicial - Smart Lighting	39
4.7. Resumen de depreciación de activos fijos - Smart Lighting	39
4.8. Resumen de costos fijos - Smart Lighting	40
4.9. Indicadores de evaluación de inversión - Smart Lighting	41
4.10. Resumen de escenarios - Smart Lighting	42
4.11. Ahorro en consumo de energía - Smart Lighting	43
4.12. Indicadores de evaluación de inversión - Smart Lighting - Modelo ESCO	44
4.13. Parámetros base de estacionamiento inteligente	45
4.14. Resumen de inversión inicial - Estacionamiento tradicional	45
4.15. Resumen de depreciación de activos fijos - Estacionamiento tradicional	46
4.16. Resumen de costos fijos - Estacionamiento tradicional	47
4.17. Indicadores de evaluación de inversión - Estacionamiento tradicional	48
4.18. Resumen de inversión inicial - Smart Parking	49
4.19. Resumen de depreciación de activos fijos - Smart Parking	49
4.20. Resumen de costos fijos - Smart Parking	50
4.21. Indicadores de evaluación de inversión - Smart Parking	51
4.22. Resumen de escenarios - Smart Parking	52
4.23. Matriz DAFO - Elaboración propia	58
4.26. Ingresos municipales - Comunas mayores con desarrollo medio	59
4.27. Ingresos municipales - Comunas urbanas medianas con desarrollo medio	59
4.25. Ingresos municipales - Grandes comunas metropolitanas con alto o medio desarrollo	60
5.1. Indicadores de evaluación para los diferentes casos - Alumbrado público inteligente	68
5.2. Indicadores de evaluación para los diferentes casos - Estacionamiento inteligente	69

6.1. Detalle de inversión inicial - Alumbrado público tradicional	89
6.2. Detalle de costos fijos - Alumbrado público tradicional	89
6.3. Flujo de caja - Alumbrado público tradicional	90
6.4. Detalle de inversión inicial - Smart Lighting	91
6.5. Detalle de costos fijos - Smart Lighting	92
6.6. Flujo de caja - Smart Lighting	93
6.7. Flujo de caja - Smart Lighting - Modelo ESCO	94
6.8. Detalle de inversión inicial - Estacionamiento Tradicional	95
6.9. Detalle de costos fijos - Estacionamiento Tradicional	96
6.10. Flujo de caja - Estacionamiento Tradicional	97
6.11. Detalle de inversión inicial - Smart Parking	98
6.12. Detalle de costos fijos - Smart Parking	99
6.13. Flujo de caja - Smart Parking	100

Índice de Ilustraciones

2.1. Servicios inteligentes de una Smart City [50]	5
2.2. Rueda de las Smart Cities desarrollado por Boyd Cohen	6
2.3. Componentes de IoT [44]	9
2.4. Servicio de alumbrado público inteligente [45]	11
3.1. Modelo CANVAS	21
3.2. Método cíclico de refinación para evaluación de proyectos	24
4.1. Esquema del alumbrado público inteligente	32
4.2. Esquema del estacionamiento inteligente	34
4.3. Análisis de sensibilidad del VAN - Smart Lighting. Elaboración propia	42
4.4. Ahorro generado por consumo eléctrico - Smart Lighting	43
4.5. Análisis de sensibilidad del VAN - Smart Parking	52
4.6. Etapas del plan de operaciones. Elaboración propia	62
6.1. CANVAS Smart Lighting - Elaboración propia	78
6.2. CANVAS Smart Lighting. Alternativa ESCO - Elaboración propia	83
6.3. CANVAS Smart Parking - Elaboración propia	85

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

En la actualidad, con el continuo avance tecnológico, cada vez hay mayor demanda de conexión de personas y dispositivos al mundo digital, lo que se conoce como el Internet de las Cosas. Las personas, sea por facilidad o comodidad, cada vez usan más sus dispositivos móviles para interactuar con el mundo real a través del mundo digital, ya sea para consultar el clima, enterarse de noticias en tiempo real, comunicarse con personas alrededor del mundo, realizar compras, etc. Sin embargo, a pesar de esta evolución social y tecnológica, todavía existen muchas limitantes en cuanto a la interacción de las personas con las ciudades en las que se encuentran, en cuanto a los servicios que estas prestan.

Adicionalmente, con el constante crecimiento de las poblaciones, especialmente de las zonas urbanas, la demanda de servicios públicos también crece, lo que genera un mayor consumo de recursos y esto a su vez se traduce en el incremento del impacto medioambiental y en un mayor desafío para la gestión eficiente de una ciudad.

Es por esto que las instituciones como las municipalidades, que son las encargadas de prestar los servicios públicos en las ciudades, se han visto en la necesidad de mantenerse actualizados en cuanto la evolución tecnológica y encontrar una forma de poder optimizar y mejorar los servicios prestados, o proyectarse a la prestación de nuevos servicios de forma eficiente y ambientalmente amigables, de modo que permitan ahorrar en costos a la vez de disminuir la huella de carbono. En ese contexto, en muchas ciudades desarrolladas, sobre todo en Europa, se han implementado soluciones inteligentes, lo que conforma un entorno de Smart City, sin embargo, en Chile y Latinoamérica en general, este campo aún no ha podido ser ampliamente aprovechado debido a diversas barreras que estas tecnologías representan, sobre todo en la infraestructura habilitante, aspectos regulatorios, capacidad y cobertura de la red de telecomunicaciones, y también en la falta de modelos concretos y confiables que permitan a las municipalidades optar por la implementación de estos servicios.

De aquí nace de la necesidad de los municipios de poder contar con un análisis de la factibilidad y viabilidad de ofrecer estos servicios inteligentes a la comunidad. Por ello, en este trabajo de tesis no se profundiza con mucho detalle la tecnología involucrada, pero si

se desarrolla un análisis técnico y económico de varios servicios que pueden ser ofertados en base a una infraestructura habilitante de una red municipal de luminarias inteligentes, de tal forma que Chile, particularmente Santiago, pueda acercarse más a convertirse en ciudad inteligente.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general de este trabajo de tesis es el de desarrollar y validar la factibilidad técnica y económica de modelos de negocio que pueden ofrecerse en base a una red municipal de luminarias inteligentes, formando un entorno de Smart City.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer el estado del arte de modelos de negocio de servicios en las Smart Cities.
- Definir los aspectos regulatorios y normativos que inciden en el desarrollo de los modelos de negocio.
- Desarrollar modelos de negocio de servicios inteligentes en base a una red municipal de luminarias inteligentes.
- Desarrollar casos de negocio derivados de los modelos de negocio planteados.
- Desarrollar un plan de negocio para la prestación de servicios en base a una red municipal de luminarias inteligentes.

1.3. Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados, se organiza el presente trabajo de la siguiente forma:

En primer lugar, para establecer el estado del arte, se realiza una investigación bibliográfica de artículos y tesis más recientes realizadas por la academia, tomando como fuentes las bases de datos de Universidades de prestigio e información disponible en la web relacionadas a modelos de negocios de servicios en las Smart Cities.

Para la definición de los aspectos regulatorios y normativos, se realiza una investigación de esta información, tomando como fuente los sitios web de organismos de control y regulación en materia de telecomunicaciones, energía, entre otros.

Para el desarrollo de modelos de negocio se utiliza la metodología CANVAS, creada por Alexander Osterwalder, con la cual se definen los bloques más importantes que conforman la estructura del negocio planteado.

Posterior a la obtención de modelos de negocio, se realiza un análisis financiero para validar la viabilidad y factibilidad económica del proyecto planteado en el punto anterior. Para ello se realiza el caso de negocio correspondiente, desarrollando el flujo de caja y obteniendo indicadores de rentabilidad como el VAN, TIR, Payback y ROI.

Con los elementos obtenidos en los puntos anteriores, se desarrolla un plan de negocio con lineamientos generales para la prestación de servicios inteligentes de una Smart City.

1.4. Descripción del documento

El presente trabajo de tesis está estructurado en seis capítulos: El capítulo I, que es el presente capítulo, contiene la motivación del trabajo de tesis, e incluyen los objetivos general y específicos, así como la metodología a emplear para alcanzar esos objetivos.

El capítulo II contiene el estado del arte. Aquí se presentan las investigaciones más recientes realizadas sobre los modelos de negocio de servicios inteligentes alrededor del mundo, así como las bases teóricas más relevantes para una mejor comprensión del proyecto de tesis.

El capítulo III abarca y explica la metodología a utilizar para la consecución de cada uno de los objetivos planteados. En este capítulo se explica el método CANVAS, índices financieros para el análisis económico y estructura de un plan de negocio.

El capítulo IV contiene los resultados de los análisis y desarrollos obtenidos empleando las metodologías plasmadas en el capítulo III.

En el capítulo V y VI se establece la discusión y conclusiones respectivamente. Finalmente, en la última parte de este trabajo se agregan las referencias bibliográficas y los anexos.

Capítulo 2

Antecedentes

2.1. Ciudad Inteligente

De acuerdo con un estudio de la ONU (2018), se estima que para el año 2050, cerca del 70 % de la población mundial vivirá en zonas urbanas. Esto representa un gran desafío para los países en cuanto a planificación y administración eficiente de las ciudades, de forma sostenible y a la vez amigables con el medio ambiente. Consciente de esto, la administración pública va tomando con más seriedad, y como una realidad en el futuro próximo, el uso de la tecnología para ayudarse en este desafío. En este contexto surgen las denominadas ciudades inteligentes (Figura 2.1).

Una ciudad inteligente (Smart City) es aquella que hace uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para el desarrollo y prestación de diversos servicios, en favor de mejorar la calidad de vida de las personas. Una ciudad inteligente impulsa el desarrollo económico y social, a la vez que ayuda en la disminución de la carga medioambiental al hacer un uso más eficiente de los recursos energéticos [33].

El BID define a una ciudad inteligente como “aquella ciudad que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora tecnologías de la información y comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las ciudades se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes” (BID, 2016).

La administración pública, en este caso los Municipios, son los actores encargados de prestar los servicios públicos en una ciudad, como la electricidad, agua, gas, etc. Una ciudad inteligente abre la posibilidad de prestar un sinnúmero de servicios adicionales (seguridad, movilidad, monitoreo ambiental, etc.), y volver más eficientes los servicios tradicionales. Todo esto apoyado en la tecnología, como el Internet de las Cosas, e infraestructuras habilitantes como una red pública de luminarias inteligentes.



Figura 2.1: Servicios inteligentes de una Smart City [50]

2.1.1. Ventajas

Dar el paso hacia una ciudad inteligente tiene múltiples ventajas [3], entre las cuales están:

- Integración de diversos actores públicos y/o privados que facilitan información útil a los municipios para la toma de decisiones y una gestión más eficiente de los recursos.
- Mejora la calidad de vida de los habitantes ofreciendo servicios más eficientes, lo cual mejora a su vez la imagen de los organismos públicos.
- Permite a los municipios obtener ahorros significativos en el gasto público, mediante el uso más eficiente de los recursos.
- Obtención de indicadores de desempeño, que permite medir, comparar y mejorar las políticas públicas.
- Permite una participación más activa de los ciudadanos, al hacer uso de la tecnología para apoyar en el monitoreo de los servicios públicos e interactuar con los municipios cuando se detecten problemas o fallos en los servicios.

2.1.2. Estructura

Para que una ciudad sea considerada inteligente, esta debe contener al menos cuatro elementos básicos [3], los cuales también forman parte de lo que se conoce como Internet de las Cosas (IoT).

- Sensores.- Son dispositivos que se encargan de tomar señales del medio en el que se encuentran, para luego transmitirlos a un centro de datos para su posterior procesamiento. Ejemplos: sensores de temperatura, humedad, calidad del aire, movimiento, etc.
- Infraestructura de conectividad.- Hace referencia a las redes de telecomunicaciones, que se encargan de transmitir a los centros de gestión y control los datos captados por los sensores. Ejemplos: redes cableadas (fibra óptica, PLC), redes celulares (LTE, 5G), LPWAN (LoRa, Sigfox, NB-IoT), WPAN (Zigbee, Bluetooth).
- Centros de operación y control.- Aquí se procesa toda la data que es captada y transmitida por los sensores. Está compuesto por infraestructura física o virtual de TI (hardware y software), que se encarga del cómputo, análisis y procesamiento de grandes cantidades de datos (Big Data), para posteriormente visualizarlos en diferentes plataformas.

También se encargan del control de dispositivos de forma remota, como la activación de alarmas, control de iluminación, entre otros.

- Interfaces de comunicación.- Corresponde a las distintas plataformas con las que se fomenta la participación activa de las personas con la infraestructura pública habilitada. Estas pueden ser a través de servicios, portales web, aplicaciones móviles, entre otros.

2.1.3. Ejes

En un estudio realizado por la Unión Europea en 2014 [38], se propone seis ejes fundamentales sobre las que se debe desarrollar una ciudad inteligente. Estos se pueden apreciar en el esquema diseñado por Boyd Cohen (Figura 2.2):

- Economía sostenible – Smart Economy:
- Movilidad – Smart Mobility
- Medio ambiente – Smart Environment
- Ciudadanos – Smart People
- Forma de vida – Smart Living
- Administración y Gobierno – Smart Governance



Figura 2.2: Rueda de las Smart Cities desarrollado por Boyd Cohen

Las ciudades pueden enfocarse en uno o varios de estos pilares para iniciar su desarrollo hacia una ciudad inteligente. En la Tabla 2.1, desarrollada en el estudio realizado por la UE, se muestra un resumen de cada uno de estos ejes.

Eje	Descripción
Smart Economy	Hace referencia al e-business y e-commerce, el aumento de la productividad, la fabricación y prestación de servicios avanzados y posibilitados por las TIC, la innovación posibilitada por las TIC, así como nuevos productos, nuevos servicios y modelos de negocios.
Smart Mobility	Sistemas de transporte y logística integrados y apoyados por las TIC. Por ejemplo, los sistemas de transporte sostenibles, seguros e interconectados pueden abarcar tranvías, autobuses, trenes, metros, automóviles, bicicletas y peatones en situaciones en las que se utilizan uno o más modos de transporte. La movilidad inteligente da prioridad a las opciones limpias y a menudo no motorizadas. El público puede acceder a información relevante y en tiempo real para ahorrar tiempo y mejorar la eficiencia de los desplazamientos, ahorrar costes y reducir las emisiones de CO ₂ , así como a la red de gestores de transporte para mejorar los servicios y proporcionar información a los ciudadanos.
Smart Environment	Se incluye la energía inteligente y las energías renovables, Smart grids, el monitoreo, medición y control de la contaminación, edificios ecológicos, uso eficiente de recursos, alumbrado público, gestión de residuos, entre otros ejemplos que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de las personas.
Smart People	Por personas inteligentes entendemos las cibercapacidades, el trabajo en el ámbito de las TIC, el acceso a la educación y la formación, los recursos humanos y la gestión de la capacidad, dentro de una sociedad inclusiva que mejora la creatividad y fomenta la innovación.
Smart Living	Se refiere a los estilos de vida, el comportamiento y el consumo basados en las TIC. Smart Living también está vinculado a altos niveles de cohesión y capital social.
Smart Governance	Es la gobernanza conjunta dentro de la ciudad y entre ciudades, incluidos los servicios e interacciones que vinculan y, en su caso, integran organizaciones públicas, privadas y civiles para que la ciudad pueda funcionar de manera eficiente y eficaz como un solo organismo. Los objetivos inteligentes incluyen la transparencia y la apertura de los datos mediante el uso de las TIC y el gobierno electrónico en la toma de decisiones participativa y la creación conjunta de servicios electrónicos, por ejemplo, aplicaciones.

Tabla 2.1: Ejes de una Smart City [38].

2.2. Internet de las cosas

La tecnología por excelencia utilizada para las “Smart Cities” es el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), que en esencia es la interconexión a Internet de dispositivos electrónicos a los que se les da algún sentido de “inteligencia” para ejecutar acciones en base a la información adquirida por sensores.

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), en su Recomendación UIT-T Y.2060 [16], define al IoT como la “Infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperatividad de tecnologías de la información y la comunicación presentes y futuras. Gracias a la identificación, la adquisición y el procesamiento de datos y a las capacidades de comunicación, IoT hace pleno uso de los objetos para ofrecer servicios a todo tipo de aplicaciones, garantizando a su vez el cumplimiento íntegro de los requisitos de seguridad y privacidad.”

Uno de los componentes principales del IoT es la conexión de los dispositivos a Internet, por lo que el acceso al mismo se ha vuelto determinante para el desarrollo de esta tecnología y poder encaminarse hacia una ciudad inteligente. Según las últimas estadísticas de 2019 (Septiembre), presentadas recientemente por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUB-TEL) [21], el acceso a Internet alcanzó valores de 114,1 conexiones por cada 100 habitantes. De igual forma, las conexiones a la red LTE en telefonía móvil se incrementaron en un 15 % con respecto al 2018, lo que representa cerca de 16 millones de usuarios (y dispositivos) que se acceden a redes de mayor velocidad.

Estas cifras dan cuenta de un importante crecimiento que ha tenido el sector de las telecomunicaciones en Chile, y preparan el camino hacia la implementación de la red 5G que en otras ciudades del mundo ya se ha empezado a implementar, prometiendo velocidades de conexión muy superiores y bajas latencias entre sus bondades, lo que forma un claro escenario para la potenciación de la tecnología IoT.

Las aplicaciones que se pueden dar al IoT son innumerables, desde aplicaciones de consumo y entretenimiento como los *wearables* o relojes inteligentes (smartwatch), hasta el control remoto a grandes distancias de complejos robots industriales.

2.2.1. Componentes

Los elementos que conforman el IoT [44] son básicamente los mismos que conforman la estructura para las Smart Cities (Sección 2.1.2), esto es:

- Dispositivos y sensores: Se encargan de recopilar la información de su entorno para enviarlos a la siguiente capa.
- Gateway: Actúa como pasarela de conexión entre los sensores y actuadores, y la nube. Se encarga de traducir diferentes protocolos a TCP/IP para poderlos enviar a Internet por medio de la red. También se encarga del pre-procesamiento de datos, antes de ser enviados a la siguiente etapa. En esta etapa se agrega un nivel de seguridad adicional a los datos que son enviados y recibidos por la red.
- Nube (cloud): Esta etapa contempla el almacenamiento en tiempo real de la información

recopilada por miles de sensores, y la inteligencia y capacidad para el procesamiento de la data. La nube está compuesta por una red de servidores de alto rendimiento que permiten manejar, procesar y ejecutar análisis predictivos.

- **Analítica:** Aquí se convierte toda la información que llega de los sensores y dispositivos en información útil para su posterior visualización o análisis. Un análisis detallado de la información es de gran interés para empresas públicas o privadas para poder tomar decisiones en cuanto a tendencias de mercado, nuevas oportunidades de negocio, o también para ejecutar correcciones y mejoramiento de sistemas.
- **Interfaz de usuario:** La última etapa consiste en el desarrollo de una interfaz de usuario que sea lo más simple, intuitiva y agradable a la vista, de manera que el usuario o la empresa puedan interactuar sin mayores complicaciones.

En la Figura 2.3 se aprecian los componentes básicos de conforman el IoT.

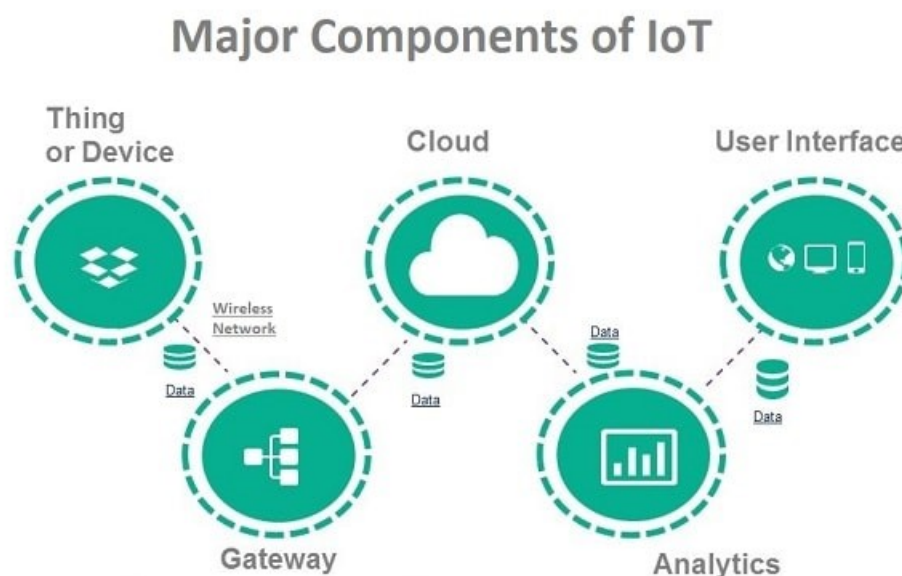


Figura 2.3: Componentes de IoT [44]

2.3. Infraestructura habilitante

Una de las funciones que deben cumplir los gobiernos locales, en este caso las municipalidades, es el de proveer de servicios públicos a toda su población, por ejemplo, el servicio de agua potable, energía eléctrica, gas, etc., y además debe dotar también de estos servicios, sobre todo el de iluminación, a los espacios de uso público como calles, plazas, parques, etc.

Para que una ciudad pueda iniciar su transición hacia una ciudad inteligente, y dotar de nuevos servicios, o en su defecto, mejorar los ya existentes, es necesario que previamente exista una infraestructura habilitante que cuente con los requerimientos necesarios para dotar de inteligencia a estos nuevos servicios (Sección 2.1.2). Una de estas infraestructuras habilitantes son las luminarias inteligentes, como se verá en la siguiente sección.

2.3.1. Red de alumbrado público

Uno de los primeros servicios que suelen implementar las ciudades para iniciar el camino hacia una Smart City, es el del alumbrado público inteligente, porque les permite ahorrar en costos de mantenimiento, menor consumo de energía, reducción en la contaminación lumínica, entre otras ventajas. Adicional a esto, cabe recalcar que la red de alumbrado público tiene otras ventajas como la ubicuidad de las luminarias y el acceso al suministro eléctrico, por lo que la red de alumbrado municipal se ha convertido en un importante aliado para que sirva de plataforma para dotar de servicios inteligentes a la ciudad [45].

2.3.1.1. Servicios de primer piso

El primer paso para que la red de alumbrado público se convierta en una infraestructura habilitante para otros servicios en el entorno de las Smart Cities, es necesario hacer el recambio de las luminarias de tecnología antigua (SAP, VSAP, HID), por luminarias LED inteligentes. Estas luminarias vienen con tecnología incorporada que permiten regular su intensidad lumínica o encenderlas o apagarlas de forma automática o controlada remotamente [9], lo que se traduce en reducción de consumo energético, generando un ahorro económico importante para las municipalidades.

2.3.1.2. Piso intermedio

Hasta este punto solo se ha logrado mejorar la tecnología de las luminarias para que sean más eficientes. El siguiente paso es habilitar la red de comunicaciones para que las luminarias puedan enviar información acerca del estado de las mismas, el consumo de cada una de ellas, envío de alertas ante fallas, entre otros.

La información recopilada por las luminarias se enviará a un centro de telegestión, que generalmente está alojado en la nube, y que consiste en uno o varios servidores de gran capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos en tiempo real. En este punto se aplica la “inteligencia” del sistema, el cual consiste en el análisis profundo de la data proveniente de miles de luminarias o sensores, a través de la aplicación de Big Data analytics o la inteligencia artificial. De los resultados obtenidos se pueden tener gráficas, estadísticas y cualquier otra información relevante que puede ser luego visualizada en plataformas web, aplicaciones móviles y otros (figura 2.4).

La comunicación entre las luminarias o sensores y el centro de telegestión es bidireccional, es decir, el centro de telegestión recibe información del estado de las luminarias, sensores o red, pero también puede enviar señales de control al sistema, por ejemplo, el encender o apagar las luminarias, o regular su intensidad lumínica, cambiar patrones de iluminación, entre otros.

2.3.1.3. Servicios de segundo piso

La infraestructura descrita en los puntos anteriores, esto es, luminarias inteligentes telegestionadas, conforman una de las puertas de entrada para la implementación masiva de nuevos servicios para las Smart Cities. Si bien estos servicios no son de obligación para los municipios, son estos los que están llamados a responder ante las necesidades de la ciudad o

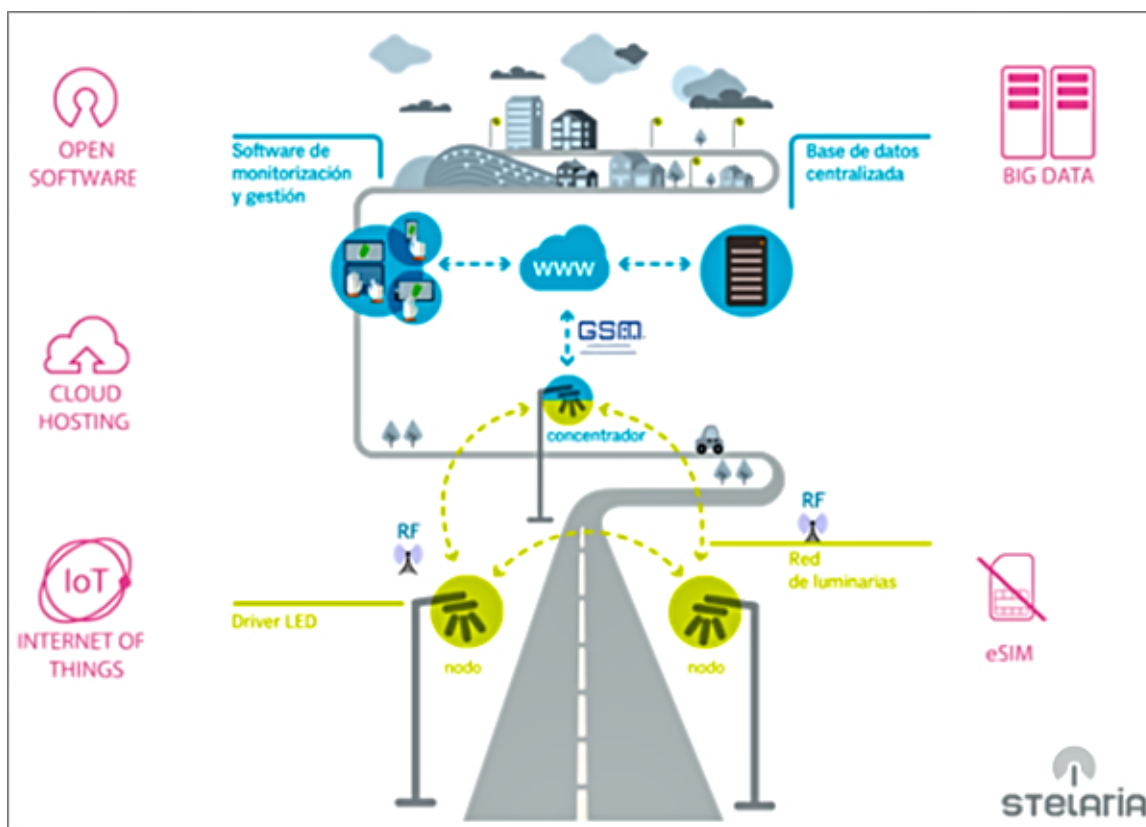


Figura 2.4: Servicio de alumbrado público inteligente [45]

población que administran, y más aun si se busca estar a la vanguardia de los avances tecnológicos, a la vez de promover una gestión más eficiente de recursos y medio ambientalmente amigables, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas y el desarrollo de las ciudades.

Los servicios que se pueden ofrecer en base a la infraestructura habilitante de una red municipal de luminarias inteligentes son realmente numerosos, y generalmente forman parte de uno o varios de los ejes en los que se desenvuelve una ciudad inteligente, y que fueron descritos en la sección 2.1.3. Ejemplos de algunos de los potenciales servicios son:

- Gestión eficiente de desperdicios mediante sensorización de contenedores de basura.
- Gestión de tráfico inteligente.
- Detección de fugas en redes de distribución de agua.
- Edificios inteligentes.
- Monitoreo remoto de pacientes.
- Vigilancia inteligente mediante uso de cámaras y sensores.
- Sistema de estacionamiento inteligente.
- Monitoreo de la calidad del aire y el ruido.
- Sistema de riego inteligente.

- Redes Wifi abiertas en espacios públicos.
- Recarga de autos eléctricos.

Si bien estos y otros servicios se han implementado mayormente en ciudades de Asia y Europa, aun no se ha podido aprovechar a gran escala los beneficios que prometen estas nuevas tecnologías por múltiples motivos y limitaciones, como falta de presupuesto económico, desconocimiento de las tecnologías o los beneficios que estas aportarán a la ciudad. En efecto, uno de los principales problemas con los que se encuentran los municipios para poder dar el paso a la transición de ciudad inteligente, es que no cuentan con información completa o fiable sobre los modelos de negocios que se derivan de estos servicios, o si resultará en una afectación o beneficio económico en caso de implementarlo, y tampoco cuentan con personal capacitado para ejecutar estos proyectos. Una de las barreras importantes también es el aspecto regulatorio y normativo, que en muchos de los casos no están actualizados a las nuevas tendencias tecnológicas y los desafíos que estas implican.

2.4. Estado del arte

En este punto se analizan algunos documentos académicos más recientes en cuanto a los modelos de negocios de servicios para las ciudades inteligentes, así como ejemplos de aplicaciones recientes de estos servicios alrededor del mundo y a nivel regional y local.

2.4.1. Modelos de negocios

Light the way for smart cities: Lessons from Philips Lighting – 2018 [4]

Los autores de este artículo proponen el análisis de modelos de negocios desde el enfoque de propuesta de valor individual y grupal y muestran la utilidad que pueden tener estos modelos de negocio para un operador tradicional. Presentan también sugerencias para los operadores para llevar a cabo la transición hacia una Smart City a partir del alumbrado público, tomando en cuenta la experiencia de Phillips Lighting. El análisis se realiza en cuatro ciudades de Holanda (Amsterdam, Eindhoven, Stratumseind, Veghel), utilizando el enfoque de cuatro tipos de modelos de negocio distintos.

Business model innovation for urban smartization – 2018 [46]

En este artículo, los autores analizan cómo debería una ciudad organizar y reconfigurar los bloques de su modelo de negocio para convertirse en una ciudad inteligente. Se identifican los factores más relevantes que promueven la “smartización” (hacer inteligente) a una ciudad. Los autores escogieron la metodología Canvas para el modelamiento de negocios, por considerarla una herramienta simple, flexible y con enfoque en la creación de valor.

The Business Model Evaluation Tool for Smart Cities: Application to SmartSantander Use Cases – 2017 [11]

Los autores de este trabajo proponen una herramienta simple y flexible para comparar varios modelos de negocios y tomar decisiones estratégicas de forma oportuna, mediante la calificación o asignación de pesos para cada componente del modelo de negocio analizado, en base a las respuestas a distintas interrogantes ya establecidas. Para el análisis se basan en el uso de la metodología CANVAS para el modelamiento de negocios. Esta herramienta la usaron para la evaluación de los casos de estudio de los sistemas de alumbrado público y manejo de desperdicios de la ciudad de Santander, España. En este trabajo se realiza como ejemplo, una comparación entre el modelo de negocio de un servicio inteligente a ser implementado, y el modelo de negocio de un servicio público provisto de forma convencional.

Business model analysis of public services operating in the smart city ecosystem: The case of SmartSantander -2017 [10]

En este trabajo los autores analizan ocho servicios públicos de la ciudad de Santander: manejo de desperdicios, suministro de agua, gestión de tráfico, alumbrado público, realidad aumentada y turismo, gestión de incidencias, parques y jardines y participación ciudadana; y proponen modelos de negocios que se acerquen a un ecosistema real de ciudad inteligente. Los autores también recalcan que aquellos servicios públicos en los que se han aplicado de forma apropiada la tecnología IoT, resultan en una reducción de costos a largo plazo, así como la reducción en el consumo de energía y el impacto ambiental. Se emplea la metodología CANVAS para el desarrollo de los modelos de negocios.

Del análisis de estos artículos sobre modelos de negocios, se puede observar que la mayoría propone el uso de la metodología CANVAS para el modelamiento de negocios para las Smart Cities, al considerarla una herramienta simple y flexible. En este trabajo de tesis también usaremos esta herramienta para el diseño de nuevos modelos de negocios de servicios inteligentes, basadas en una infraestructura pública de luminarias inteligentes, como se verá en los siguientes capítulos.

2.4.2. Ejemplos de Smart Cities

A continuación, se presentan algunos de los ejemplos más recientes de proyectos de Smart Cities implementados, tanto en el entorno mundial como en el entorno regional y local, en base al ranking anual presentado por el IESE [2].

2.4.2.1. Escenario mundial

Londres

Londres es la ciudad más poblada del Reino Unido y acoge a más *startups* y programadores que otras ciudades en el mundo. Esta ciudad lidera el ranking mundial de este año

[2] y algunos de sus proyectos inteligentes son:

- **London Datastore:** Se trata de una plataforma web de datos abiertos, donde se puede acceder a más de 700 conjuntos de datos relacionados con la ciudad y que puede ser usada por los ciudadanos, empresarios, investigadores o desarrolladores para tener un mejor entendimiento de la ciudad y proponer o desarrollar soluciones para problemas de la misma [34].
- **Heathrow Pods:** Es un proyecto de innovación de la red de transporte, que opera desde 2011. Consiste en cápsulas (vehículos) eléctricos y autónomos que conectan la terminal 5 (T5) hacia el aeropuerto Heathrow, uno de los más transitados del mundo [43].

Nueva York

Esta ciudad se ha convertido, a lo largo de los años, en el centro económico más grande e importante a nivel mundial, por lo que se concentran en esta ciudad la mayor cantidad de rascacielos y edificios de oficinas y torres residenciales [2]. Entre los proyectos de Smart Cities que se han aplicado están:

- **Centro en Movimiento:** Se trata de un sistema de control de congestión vehicular, que consiste en la implementación de sensores de tráfico, cámaras, y lectores de pases EZ. En conjunto con la recopilación de información de tráfico en tiempo real, se logró una disminución del 10 % en el tiempo de viaje en la ciudad [42].
- **LyncNYC:** Este proyecto consiste en dotar a múltiples puntos de la ciudad, de forma gratuita, con Internet inalámbrico de alta velocidad [42].
- **City Bike:** Para incentivar las alternativas en la movilidad, existen estaciones de bicicletas que están disponibles para su uso las 24 horas del día durante todo el año. A través de una aplicación, los usuarios pueden tener información relevante de disponibilidad, ubicación, etc. [42].
- **Comunidad Cuantificada:** El proyecto consiste en la recolección y análisis de datos, a través de múltiples sensores, de las condiciones ambientales y del comportamiento humano de un conjunto de vecindarios. Esta información será útil para las comunidades, planificadores urbanos y científicos para la toma de decisiones en base a una mejor comprensión de la dinámica urbana [36].

Amsterdam

Esta ciudad ha apostado mucho por la inversión en proyectos de movilidad y las energías renovables, y han desarrollado una alta consciencia medio ambiental. Algunos de sus proyectos son:

- **Vehicle2Grid:** Consiste en utilizar a los vehículos eléctricos como fuentes de energía de respaldo o baterías para alimentar por ejemplo a una casa en caso de apagones [7].
- **Ecube Labs:** Es un sistema inteligente para el manejo de desperdicios que en base a sensores recopila la información para su posterior análisis mediante software especializado. Esto permite manejar de forma más eficiente los recursos y permite reducir cerca del 80 % de los costos de operación [5].
- **Smart Flow:** Es una plataforma IoT en la nube, que permite monitorear y controlar sensores para reportar el flujo de tráfico y espacios de estacionamiento disponibles. Este sistema permite disminuir hasta un 43 % el tiempo ocupado en buscar estacionamiento, así como una reducción de emisiones de CO2 de aproximadamente el 30 % [6].

Barcelona

En los últimos años, Barcelona se ha convertido en referente de innovación tecnológica por su importante inversión en IoT para implementar soluciones inteligentes. Algunas de estas soluciones son:

- **Alumbrado público inteligente** Se ha apostado por usar tecnología LED inteligente para el alumbrado público, junto con el control de la iluminación para reducir costos y aportar a la disminución de la contaminación lumínica y energética. Adicionalmente se han instalado sensores que recopilan información del entorno como la calidad del aire, temperatura, humedad, presencia de personas y ruido [40].
- **Eliminación de residuos:** El sistema consiste en la gestión eficiente de tratamiento de residuos. Se utilizan contenedores inteligentes que minimizan olores y el ruido provocado por los vehículos recolectores, a la vez que permiten obtener información del nivel de desperdicios provenientes de distintos sectores, lo que permite la optimización de tiempo y recursos para la recolección de residuos [40].
- **Sistema de riego:** La implementación de distintos sensores en el suelo ofrecen información en tiempo real de humedad, temperatura, velocidad del viento, luz solar y presión atmosférica, de tal forma que se pueda usar esta información para que los sistemas de riego adapten sus horarios y evitar el desperdicio de agua [40].

2.4.2.2. Escenario regional

Santiago

De acuerdo al IESE [2], Santiago pasó a liderar este año el ranking a nivel regional, poniendo a la ciudad como líder de innovación en plataformas y servicios inteligentes en América Latina. Algunos de sus proyectos son:

- **Laboratorio Digital:** La Municipalidad de Santiago, en alianza con la CORFO, lan-

zaron un laboratorio digital multipropósito en la calle Bandera, la cual consiste en un piloto de prueba de distintas tecnologías y aplicaciones inteligentes, partiendo de las luminarias LED inteligentes, que sirven de base para otros servicios como monitoreo ambiental, sensores de movimiento, control de estacionamientos disponibles, video-vigilancia, entre otros [8].

- **Televigilancia:** Instalación de moderno sistema de video-vigilancia en 66 puntos por parte de Enel y la Municipalidad de La Reina, para el monitoreo y control de la seguridad de la comunidad [31].
- **Electro-movilidad:** Con el apoyo de Enel X, se invirtió en 100 buses eléctricos que se incorporaron al sistema del Transantiago, inaugurando el primer electro-corredor de América Latina. Con esto se busca disminuir los altos índices de contaminación en la urbe y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Se espera reemplazar toda la flota de buses por eléctricos, aproximadamente 6500 unidades para el 2050 [32].
- **Medición inteligente:** Enel ha iniciado el recambio de medidores de energía eléctrica tradicionales por medidores inteligentes. El sistema de medidores, en conjunto con infraestructura de telecomunicaciones, concentradores de datos y sistema central, permiten realizar la gestión remota de la red eléctrica, lo que permite responder más rápido ante fallas o cortes de energía y también la optimización de recursos, entre otros beneficios [30].

Buenos Aires

Esta ciudad está en el puesto número 2 en el ranking regional del IESE [2]. Buenos Aires se destaca por ser una urbe que se ha mantenido en la innovación y el emprendimiento en múltiples áreas que va desde lo cultural hasta lo tecnológico. Algunos de estos proyectos son:

- **City Touch:** El proyecto de iluminación inteligente, llevado a cabo por Phillips Lighting, consiste en la instalación de 51000 luminarias LED. Cada luminaria se puede monitorear y controlar remotamente, lo que permite ahorrar energía y hacer que las calles sean más seguras. Este proyecto permitirá disminuir grandes cantidades de emisiones de CO₂ al ambiente [47].
- **Sistema inteligente de tránsito:** Este sistema permite monitorear y controlar de forma remota y en tiempo real los semáforos de las zonas de mayor congestión vehicular. Cuando se detecta una congestión, desde el centro de control se envía la señal a los semáforos para que extiendan por 10 segundos la luz verde, una vez regularizado el tránsito, la programación del semáforo retorna a su estado habitual [14].

2.5. Marco regulatorio y normativo

Una de las barreras a superar actualmente, en cuanto a la implementación de servicios inteligentes en base a una infraestructura habilitante de redes municipales de luminarias inteligentes, más allá del plano tecnológico o económico, son las restricciones regulatorias y normativas que deben considerarse, y que, en la actualidad, ha sido tema de amplio debate y discusión, principalmente porque las leyes y normas existentes no están actualizadas a las nuevas realidades tecnológicas y sociales. Se mencionan a continuación algunas entidades que juegan un papel importante en el futuro desarrollo y regulación de los servicios inteligentes:

Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL)

Es el organismo que se encarga, entre otras funciones, de regular el uso del espectro radioeléctrico y la asignación de las bandas de frecuencias en las que funcionarán los dispositivos de comunicación.

En junio de 2017, la SUBTEL realizó el lanzamiento de un Observatorio de Telecomunicaciones [23] en el que se establecieron Mesas Técnicas con distintos representantes de sectores de la industria, la academia y el sector civil, de tal forma que se pueda establecer en conjunto el debate del futuro de las telecomunicaciones en Chile, incluyendo entre otros temas, el marco normativo.

En octubre de 2018, la SUBTEL ingresó al Tribunal de Defensa de Libre Competencia (TDLC) la consulta del Plan Nacional de Espectro [22], que busca actualizar la cantidad máxima de espectro radioeléctrico que pueden tener las operadoras de telecomunicaciones, y con miras también al futuro despliegue de la red 5G. El actual límite del espectro para las bandas móviles data del 2009. En la Tabla 2.2 se establecen los límites propuestos para cada banda.

En febrero del 2019, el Gobierno de Chile anunció el inicio del proceso de licitación del espectro para el desarrollo de 5G, asignando 60 MHz del espectro entre las bandas 700 Mhz y 3.5 GHz [18]. El proceso del futuro concurso inicia con una consulta ciudadana que la SUBTEL publicó en mayo del 2019 [19][17], para que todos los actores del ecosistema digital puedan dar sus puntos de vista sobre el desarrollo de la tecnología 5G. Posterior a los resultados de la consulta, la SUBTEL procederá a elaborar la norma técnica que regirá a futuro.

Ley de protección de datos personales

El desarrollo de las nuevas tecnologías ha crecido a ritmos acelerados, volviendo cada vez más digital la vida cotidiana. Esto lleva a que las personas interactúen con más frecuencia con este mundo digital, y empiezan a compartir, muchas veces sin ser conscientes, sus datos personales a terceros, como retailers, supermercados, aplicaciones móviles, etc. Más aún con el próximo desarrollo de la tecnología 5G, que abrirá las puertas para un sinnúmero de servicios inteligentes, donde se transmitirán grandes cantidades de datos por las redes de comunicaciones, por lo que se hace necesario una eficiente regulación del tratamiento que se

Macro Banda	Denominación	Cap por operador	Situación actual
Bajas <1 GHz	700 MHz	50 MHz	Entel 30 MHz. Movistar y Claro 20 MHz
	850 MHz		Movistar y Claro 25 MHz
	900 MHz		Entel 20 MHz
Media - baja 1 a 3 GHz	1,9 GHz	60 MHz	Entel 60 MHz. Movistar y Claro 30 MHz
	1,7 / 2,1 GHz		Wom 60 MHz, VTR 30 MHz
	2,6 GHz		Entel, Movistar y Claro 40 MHz
			Movistar 12 MHz
			VTR 36/24/12 MHz
Media – alta 3,4 a 3,8 GHz	3,5 GHz	80 MHz	5G
Altas 27,5 a 28,35 GHz	28 GHz	200 MHz	5G

Tabla 2.2: Propuesta de límites del espectro radioeléctrico para bandas móviles

le dará a esos datos.

La ley actual de protección de datos personales, que data de 1999, no responde a los lineamientos actuales y a la realidad tecnológica. Por esta razón, en el 2017, el Gobierno firmó un proyecto de ley que reformará a la ley 19.628 [12]. Esta reforma, entre otros aspectos, creará la Agencia de Protección de Datos Personales, que se encargará de regular la protección y el tratamiento de los datos de los usuarios [48]. Actualmente la reforma de la ley está en trámite en el Senado [15] y se espera que se apruebe en este año.

Instituto Nacional de Normalización

Es el organismo encargado de generar las normas técnicas y estandarización de protocolos, interfaces de comunicación, entre otros, para el correcto funcionamiento de los sistemas. En el 2017, la INN desarrolló un marco normativo para el desempeño de la iluminación inteligente, que incluye la telegestión de las mismas. Este conjunto de ocho normas se divide en control de red, luminarias, y dispositivos de control [39].

Control de red

- NCh-ISO/IEC 14908/1:2016
- NCh-ISO/IEC 14908/2:2017
- NCh-ISO/IEC 14908/3:2017
- NCh-ISO/IEC 14908/4:2017

Luminarias

- NCh-IEC 60598/1:2017
- NCh-IEC 60598/2-3:2017

Dispositivos de control

- NCh3426:2017
- NCh3427:2017

Capítulo 3

Metodología

En este capítulo se describe la metodología a seguir para alcanzar el objetivo general planteado en el capítulo I. Para ello, se utiliza distintas metodologías, que corresponden a la consecución de cada uno de los objetivos específicos.

En ese contexto, el presente capítulo se divide en tres secciones, las cuales abordan las metodologías usadas para el modelamiento de negocio, el caso de negocio y plan de negocio.

3.1. Modelamiento de negocios

Para obtener una caracterización de los negocios que se pueden obtener en base a una red municipal de luminarias inteligentes en el entorno de las Smart Cities, se utiliza en este trabajo, el modelo CANVAS.

3.1.1. Modelo CANVAS

Una herramienta ampliamente usada en la actualidad para el modelamiento de negocios, es el modelo CANVAS, que fue originalmente introducido por Osterwalder y Pigneur en 2010, y hace referencia a la forma en cómo una organización crea, desarrolla y captura valor [41].

El modelo CANVAS es una forma simple y flexible para definir la estructura de un negocio, enfocándose en la relación existente entre cuatro segmentos principales: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica, dividiéndolos en un esquema de nueve bloques o componentes, como se muestra en la Figura 3.1.

Este modelo representa una imagen general del negocio o servicio que se está analizando, lo que permite aterrizar las ideas y tener muy claro cuales son los componentes necesarios que se requieren para llevar a cabo de forma exitosa dicho negocio. Este esquema es dinámico, es decir que puede ir variando en el tiempo según varíe también el ecosistema del negocio, por lo que una proyección a futuro del mismo, puede tener asociados uno o varios CANVAS.

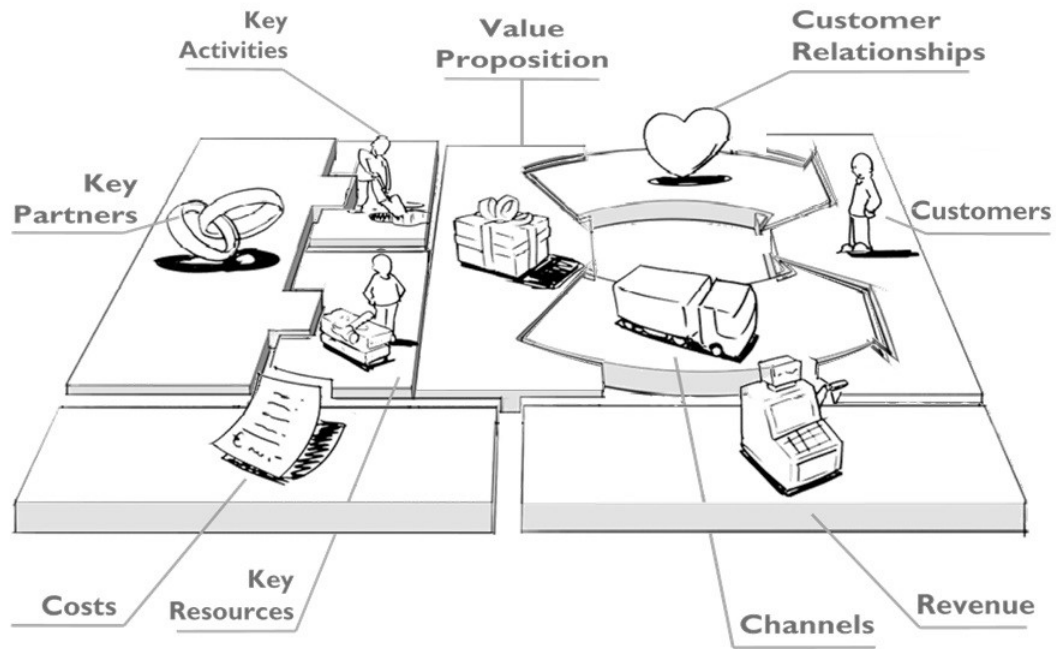


Figura 3.1: Modelo CANVAS

3.1.1.1. Componentes del modelo CANVAS

De acuerdo a Osterwalder, el esquema de la Figura 3.1 está dividido en nueve bloques. El contenido de cada uno de ellos responde a una o varias interrogantes en torno a la estructura del negocio.

Segmentos de clientes

¿Para quién creamos valor?, ¿quiénes son nuestros clientes? Se refiere a uno o varios grupos de clientes o usuarios a quienes está dirigida la propuesta de valor del negocio.

Propuesta de valor

¿Qué problema ayudamos a resolver?, ¿qué valor ofrecemos a los clientes? Consiste en resolver un problema o satisfacer una demanda del cliente de forma diferenciadora.

Canales

¿Cómo se entera el cliente de nuestra existencia?, ¿cómo haremos para que el cliente reciba nuestra propuesta de valor? Los canales de comunicación, distribución y ventas comprenden la interfaz de una empresa con sus clientes.

Relaciones con clientes

¿Cómo vamos a captar clientes?, ¿cómo vamos a fidelizar los clientes? Describe la forma de relacionarse de una empresa con cada segmento de clientes.

Flujo de ingresos

¿Qué están dispuestos a pagar los clientes por nuestra solución?, ¿cómo se paga actualmente?, ¿cómo prefieren pagar? Representa los ingresos que una empresa genera de cada segmento de clientes.

Recursos clave

Qué elementos necesitamos para construir la propuesta de valor? Representan los activos más importantes requeridos para hacer funcionar un negocio. Los recursos pueden ser físicos, intelectuales, humanos, financieros.

Actividades clave

¿Qué actividades y procesos deben llevarse a cabo para producir la oferta de valor? Representan las cosas más importantes que una empresa debe hacer para que su modelo de negocios funcione exitosamente.

Alianzas clave

¿Quiénes son nuestros socios clave?, ¿quiénes son nuestros principales proveedores? Representan la red de proveedores y socios que hacen funcionar el modelo de negocio.

Estructura de costos

¿Cuáles son los costos más importantes dentro de nuestro modelo de negocio? Representan los costos en los cuales incurre la empresa u organización para hacer funcionar el modelo de negocio.

Dependiendo del modelo de negocio, en ocasiones se agregan dos bloques adicionales a los nueve existentes:

Beneficio social y ambiental

Hace referencia a las ventajas y beneficios que implicarían a nivel social y/o ambiental el desarrollo del negocio planteado.

Costo social y ambiental

Contrario al punto anterior, este bloque hace referencia a las desventajas o posible malestar que implicarían a nivel social y/o ambiental el desarrollo del negocio planteado.

3.2. Análisis económico

Todo proyecto o modelo de negocio debe estar debidamente sustentado con un análisis financiero y económico, que permita validar si dicho proyecto es viable y sustentable en el tiempo. En esta sección se explica brevemente como se lleva a cabo este análisis, a través del método cíclico de refinación y la obtención de parámetros financieros como el VAN, TIR, Payback y ROI, conformando lo que se conoce como el caso de negocio.

3.2.1. Método cíclico de refinación para el Caso de Negocio

El caso de negocio constituye una herramienta útil para evaluar económicamente un proyecto, donde se analizan diferentes propuestas o alternativas, tomando en consideración múltiples factores como costos fijos y variables, ingresos, impuestos, entre otros. Es decir es una herramienta que ayuda a determinar si una inversión generará o no beneficios a la empresa.

En su forma más simple, un caso de negocio consiste en justificar la inversión requerida por el valor potencial creado, es decir justificar si los ingresos o beneficios que se percibirán de un proyecto, serán superiores a los costos de inversión requeridos por el mismo.

Para la evaluación de proyectos se utiliza la metodología propuesta por Patricio del Sol [25], que consiste en ir completando un ciclo compuesto de diez pasos o interrogantes (Figura 3.2). Se debe repetir el ciclo contestando cada vez con mayor claridad las interrogantes hasta tener información suficiente para tomar una decisión estratégica sobre el negocio.

El ciclo inicia con la determinación del esfuerzo global que se aplicará para clarificar las decisiones irreversibles de un proyecto, así como el esfuerzo requerido para identificar y resolver temas específicos asociados a las demás interrogantes del ciclo. En la pregunta 2, se establece el proceso de evaluación a seguir, que en este caso es el utilizado en este trabajo de tesis. En la interrogante 3, se identifican los criterios de evaluación de proyectos a utilizar, que en este caso corresponde a algunos indicadores financieros como el VAN, TIR, Payback y ROI. Al utilizar el VAN como criterio de evaluación, se deben resolver las interrogantes 4, 5 y 6 que corresponden a la determinación de los ingresos y los costos del proyecto, representados en un flujo de caja.

En la pregunta 7 se considera la estrategia, la ventaja competitiva y la sustentación para una mejor evaluación del proyecto. En la interrogante 8 se involucra en el análisis las opciones de abandonar, crecer o cambiar el modelo de negocio. En la pregunta 9 se incorporan elementos de negociación involucrados en las decisiones; y finalmente, el ciclo termina con la pregunta 10 en donde, de acuerdo a la claridad del análisis realizado, permite tomar la decisión de actuar sobre el negocio, o es necesario correr nuevamente el ciclo hasta que esté refinado.

En este trabajo de tesis se ejecutan algunas de las etapas del ciclo, dado que se trata de una evaluación de modelos de negocios propuestos, sin llegar a la ejecución e implementación de los mismos.

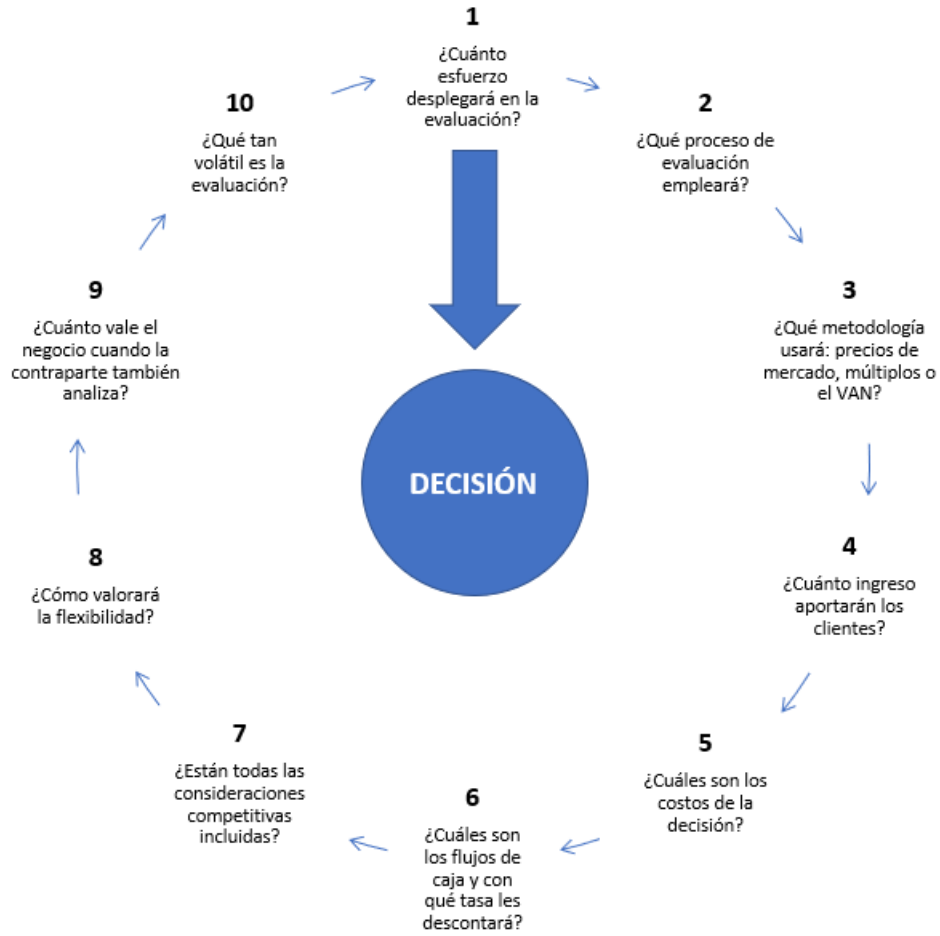


Figura 3.2: Método cíclico de refinación para evaluación de proyectos

3.2.1.1. Criterios para la evaluación de proyectos

Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) o también Valor Presente Neto (VPN), indica el valor que toma hoy los flujos de dinero generados por un negocio en un tiempo establecido (horizonte de evaluación), aplicando para el cálculo una tasa de descuento determinada.

En la fórmula 3.1 se define el cálculo para el VAN [28]:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad (3.1)$$

Donde:

F_t : Flujo de caja en el periodo t

I_0 : Inversión inicial
 n : Tiempo de evaluación del proyecto
 k : Tasa de descuento (rentabilidad mínima)

La evaluación de la rentabilidad de un proyecto, de acuerdo a los resultados obtenidos del VAN, se representan en la tabla 3.1:

Resultado	Significado
$VAN < 0$	La inversión generará pérdidas
$VAN = 0$	La inversión no genera ni beneficios ni pérdidas
$VAN > 0$	La inversión produce ganancias

Tabla 3.1: Criterios de evaluación del VAN.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR representa la tasa a la cual el valor del VAN se vuelve cero, es decir:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (3.2)$$

Donde:

F_t : Flujo de caja en el periodo t
 I_0 : Inversión inicial
 n : Tiempo de evaluación del proyecto
 k : Tasa de descuento (rentabilidad mínima)

Se expresa en porcentaje y su criterio de evaluación es similar al del VAN, pero en relación a la tasa de descuento k , es decir que el proyecto genera ganancias si el TIR es mayor a la tasa de descuento aplicada.

El valor del TIR por sí solo no se lo suele considerar para tomar una decisión sobre el negocio, ya que puede generar interpretaciones erróneas. Por esta razón su evaluación se considera en conjunto con la evaluación del VAN para determinar si un proyecto es rentable o no.

Plazo de recuperación del capital (Payback)

El plazo de recuperación hace referencia al tiempo que tomará recuperar la inversión inicial, tomando en cuenta los flujos de caja en el tiempo.

Una de las limitantes de utilizar este criterio de evaluación, es que no considera los flujos de caja posteriores luego de la recuperación de la inversión, por lo que deben considerarse además el VAN y el TIR para una evaluación más efectiva.

Retorno sobre la inversión (ROI)

Este indicador permite obtener el rendimiento que se obtiene de una inversión. Es decir, permite conocer la rentabilidad de un negocio en relación a la inversión realizada, y se expresa en porcentajes. Su fórmula es sencilla y se expresa a continuación:

$$ROI = \frac{Ingresos - Inversion}{Inversion} \quad (3.3)$$

3.3. Plan de negocio

Un plan de negocio consiste en un documento dinámico que describe de forma general el negocio y define las estrategias a seguir para su implementación exitosa. Contempla toda la información necesaria para evaluar un negocio, analizando las posibles alternativas para llevarlo adelante, evaluando la factibilidad técnica, económica y financiera.

En este trabajo de tesis se utiliza algunas de las metodologías y herramientas señaladas por Patricio del Sol en [26] para el diseño de un plan de negocio creativo. Si bien un plan de negocio tiene una estructura estándar [1], la cual se describe más adelante, para el desarrollo de este trabajo de tesis, que involucra a la oferta de servicios por parte de municipios, no se abarcan todas las etapas de esta estructura pero sí se mantienen lineamientos generales.

3.3.1. Planificación Estratégica

Para formular una estrategia se suelen formar grupos para realizar talleres de planificación, los mismos que deben ser adaptados acorde a la empresa o negocio tomando en consideración las características del mismo, el contexto, la ocasión y los atributos que se buscan como resultado final.

Identificación de opciones

En esta primera etapa se busca generar opciones de desarrollo estratégico para la empresa y determinar cuáles son sus virtudes y defectos. Se exponen también los antecedentes relevantes como el contexto externo de la empresa, su ventaja competitiva, sus recursos y capacidades.

Luego de exponer los antecedentes, el siguiente paso es contestar algunas interrogantes, como las de la tabla 3.2, abarcando diferentes perspectivas. El objetivo es generar una lluvia de ideas para identificar decisiones a implementar en el largo plazo, e iniciativas concretas que se puedan llevar a cabo en el corto plazo.

	¿QUÉ TENEMOS QUE HACER PARA SEGUIR PROGRESANDO?
	Productos y servicios: ¿Qué cambios haremos respecto a las líneas y servicios, y sus características?

MUNDO DE LA ACCION	Segmentos de mercado y clientes: ¿Qué cambios haremos respecto de los segmentos de mercado y de los clientes?
	Mercados geográficos: ¿Qué cambios haremos respecto al lugar donde ofrecemos nuestros productos y servicios?
	Actividades: ¿Qué cambios haremos en las actividades que realizamos dentro de la cadena de valor de la industria?
	Capacidades comerciales ¿Qué cambios haremos respecto de la marca, las capacidades de distribución y cartera de clientes?
	Capacidades financieras: ¿Qué cambios haremos respecto de las capacidades financieras?
	Recursos humanos: ¿Qué cambios haremos respecto de las capacidades organizacionales y de los recursos humanos?
	Otros recursos: ¿Qué cambios haremos respecto a los activos, recursos, capacidades físicas y tecnológicas? ¿En qué recursos invertiremos y en cuáles des-invertiremos?
	Alianzas: ¿Qué cambios haremos respecto de las alianzas utilizadas para obtener los recursos y capacidades que nos faltan?
	Insumos y proveedores: ¿Qué cambios haremos respecto de las características y el origen de los insumos? ¿Qué cambios haremos respecto de los proveedores?
	Aprendizaje y crecimiento: ¿Qué iniciativas implementaremos para promover el aprendizaje y el crecimiento?
	Contexto competitivo y regulatorio: ¿Qué iniciativas realizaremos respecto de la competencia, los reguladores y la comunidad?
MUNDO DE LOS MODELOS MENTALES	Resultados financieros: ¿Qué otras iniciativas realizaremos para aumentar el valor de la empresa? ¿Cómo podemos aumentar los ingresos, bajar los costos y hacer crecer las utilidades? ¿Qué podemos hacer para mejorar los resultados financieros?
	Principales objetivos estratégicos de la empresa; ¿Hacia qué objetivos apuntan las iniciativas propuestas?
	Estrategia: ¿En resumen: ¿Qué queremos ser (visión) y cómo lo lograremos (misión)?

Tabla 3.2: Generación de opciones [26].

3.3.2. Estructura estándar de un plan de negocio

El esquema para el desarrollo de un plan de negocio estándar contempla lo siguiente:

3.3.2.1. Descripción del negocio

En esta sección se describe las características generales del negocio, detallando los servicios a ofrecer en base a una red municipal de luminarias inteligentes. Esto se describe dentro del modelo de negocio usando la metodología CANVAS.

3.3.2.2. Análisis estratégico

Consiste en analizar la situación interna y externa de la organización, que permitirán por un lado, identificar factores externos que influyen en el desarrollo del negocio, y por otro lado, los factores internos que permitan alcanzar una ventaja competitiva que sea sustentable en el tiempo. El análisis estratégico se divide en:

- Análisis externo o del entorno, que consiste en detectar las oportunidades y amenazas.
- Análisis interno, que consiste en determinar las fortalezas y debilidades de la empresa.

3.3.2.3. Análisis de mercado

El estudio de mercado consiste básicamente en una serie de herramientas que permiten determinar la respuesta del mercado ante un producto o servicio. Se lleva a cabo un análisis de la oferta y la demanda (potenciales clientes), así como los canales de distribución.

En este trabajo de tesis, dado que los servicios que se pueden ofrecer están a cargo de las municipalidades, hay que considerar ciertos aspectos como el conocer las necesidades y características de las municipalidades donde se implementaría el servicio, su nivel de ingreso, tamaño y cantidad de población.

3.3.2.4. Plan operacional

En esta sección, se establecen las acciones a realizar, generalmente en el corto plazo, para alcanzar los objetivos del negocio en cuanto a la prestación de servicios públicos inteligentes.

3.3.2.5. Plan de Recursos Humanos

Las personas cumplen un rol fundamental en toda empresa, ya que son las que llevarán adelante el negocio, por ello es importante establecer cuáles son las habilidades y el perfil necesario para que el proyecto funcione. En este segmento se determina cual será la estructura y organigrama de la empresa, así como el detalle de las funciones de cada cargo.

3.3.2.6. Plan de Marketing

El plan de Marketing tiene como objetivo el establecer las estrategias comerciales a seguir para alcanzar las metas propuestas. Para ello se suele utilizar el *marketing mix*, que analiza cuatro segmentos principales: Producto, Precio, Plaza y Promoción.

3.3.2.7. Plan Financiero

Para el desarrollo del análisis financiero, se recoge toda la información relevante en cuanto a costos e ingresos, de tal forma de llevar a cabo una evaluación financiera y determinar si el proyecto tiene viabilidad económica. Para ello se utilizan flujos de caja en base a supuestos que permitan proyectar cierta demanda en un periodo de tiempo determinado. Con estos datos se calculan algunos parámetros financieros como el VAN (Valor Actual Neto), TIR, Payback y ROI, los cuales permiten determinar si un proyecto es o no viable. Este análisis se ve reflejado en la sección 3.2 (Caso de negocio).

Capítulo 4

Resultados

Este capítulo describe los resultados obtenidos del análisis y desarrollo de modelos, casos y plan de negocios para proveer servicios de una Smart City sobre una infraestructura habilitante de red municipal de luminarias inteligentes.

4.1. Casos de éxito

Para poder desarrollar los modelos de negocio planteados en este trabajo, se analizan previamente algunos proyectos de ciudades inteligentes que han sido implementados con éxito en otros países.

4.1.1. Dinamarca

La ciudad de Copenhague en Dinamarca, inició en el 2013 un proyecto de recambio masivo de luminarias de vapor de sodio a alta presión, por luminarias con tecnología LED telegestionadas, en las vías y espacios públicos [37].

En 3 años, se cambiaron cerca de 20.000 puntos de luz, mejorando la calidad de iluminación de los espacios públicos, y por lo tanto también la calidad de vida de los ciudadanos.

De acuerdo al artículo consultado, entre los objetivos alcanzados con este proyecto están:

- Reforzar el sentimiento de seguridad ciudadana.
- Recorrido seguro y confortable.
- Aportar al medio ambiente.
- Incrementar la actividad en la ciudad y fortalecer la identidad local

La telegestión de las luminarias ha permitido generar un ecosistema habilitante para la implementación de otros servicios inteligentes", a la vez de disminuir los tiempos de atención para atender daños o averías en las luminarias.

Los resultados obtenidos con la implementación de este proyecto son los siguientes:

- Ahorro de energía del 55 % en toda la ciudad, considerando luminarias tradicionales y LED, lo que representa un ahorro anual de 2,5 millones de euros.
- Ahorro de energía del 77 % en los cerca de 20.000 puntos de luz cambiados por luminarias LED.
- Ahorro anual de 3.200 toneladas de CO₂.
- Costo total del proyecto: 80.000.000 euros

4.1.2. India

La ciudad de Jaipur implementó un sistema de telegestión de alumbrado público mediante luminarias LED inteligentes, con el objetivo de lograr una mayor eficiencia en la prestación de este servicio público [29].

En conjunto con CISCO implementaron el recambio de luminarias e implementación del sistema de telegestión para 2000 puntos de luz. Esta tecnología está equipada con sensores de movimiento, de tal manera que pueda detectar la presencia de peatones o vehículos, y variar la intensidad de la potencia en las luminarias dependiendo del movimiento detectado, de esta forma se optimiza el consumo de energía.

Mediante el sistema de telegestión es posible controlar las luminarias, y recibir alertas si alguna de ellas falla.

Los beneficios obtenidos de este proyecto son los siguientes:

- Ahorro de energía del 72 % y reducción de costos.
- Mantenimiento más eficiente.
- Aplicación web de fácil control.
- Registro de los parámetros de operación de las luminarias.
- Mejorar el servicio e imagen de la ciudad.

4.1.3. Canadá

La ciudad de Burlington presenta inconvenientes para gestionar espacios de estacionamiento público para sus ciudadanos, por lo que optó por implementar un sistema de estacionamiento inteligente [49].

El sistema implementado por Urbiotica, consiste en la instalación de sensores en la calzada de cada espacio de estacionamiento a controlar, letreros de señalización que indican la disponibilidad de espacios libres, y un sistema de control para gestionar los sensores en tiempo real y analizar los datos obtenidos por estos.

Mediante este sistema, la municipalidad de Burlington puede obtener datos relevantes para una mejor gestión del tráfico y zonas de estacionamiento en la ciudad, al recibir información como las horas de mayor congestión vehicular, tiempo promedio de ocupación de estacionamientos, áreas preferidas, entre otros datos.

Algunos de los beneficios de la implementación de este proyecto son:

- Reducción del estrés y disconformidad de los usuarios.
- Disminución de congestión vehicular en las calles.
- Mejor calidad de vida para los ciudadanos.

4.2. Modelos de negocio

Como se describió en el capítulo anterior, para desarrollar los modelos de negocio se utiliza la metodología propuesta por Osterwalder, la herramienta CANVAS.

En esta sección se hace una descripción de cada uno de los servicios desarrollados. El detalle de cada componente o bloque que conforman el CANVAS, se adjuntan en los respectivos anexos.

4.2.1. Alumbrado público inteligente

El alumbrado público inteligente o smart lighting por su término en inglés, es un conjunto de componentes y sensores que permiten a los municipios generar importantes ahorros económicos, provenientes de un menor consumo eléctrico, derivado del uso de una tecnología más eficiente para el alumbrado de los espacios públicos. El alumbrado público es una parte importante del entorno urbano, y también representa un rubro importante en el presupuesto que los municipios destinan para el pago del consumo eléctrico, de ahí la importancia de poder disponer de un sistema más eficiente y a la vez medioambientalmente amigable.

El esquema que se analiza está compuesto por los siguientes elementos, que se evidencian en la Figura 4.1:

- Luminarias inteligentes: Luminarias con tecnología LED junto con sensor o driver que permite variar los niveles de intensidad de las luminarias, según las circunstancias o la parametrización.
- Gateway: Son los dispositivos que permiten la conexión de múltiples luminarias hacia un sistema de telegestión, el cual está basado en la nube (Internet). Los gateways pueden utilizar distintos medios para transmitir los datos hacia la nube, por lo general lo hacen a través de la red móvil.
- Plataforma de telegestión: Es el sistema conformado por el servidor en la nube, software de gestión de luminarias, servicio web, licenciamiento, entre otros, y al cual se accede vía web por parte del operador o el municipio para conocer el estado de las luminarias y el consumo energético de las mismas.

Es importante señalar que este servicio ha tomado relevancia en los últimos años alrededor del mundo, porque a más de generar ahorros para los municipios, estas representan la infraestructura base y habilitante para la proyección de varios otros servicios inteligentes que pueden apalancarse en su plataforma, abriendo la posibilidad de que distintas empresas se interesen en invertir e implementar más y mejores servicios a la ciudadanía, llevando a un desarrollo positivo de la comuna donde se aplique.

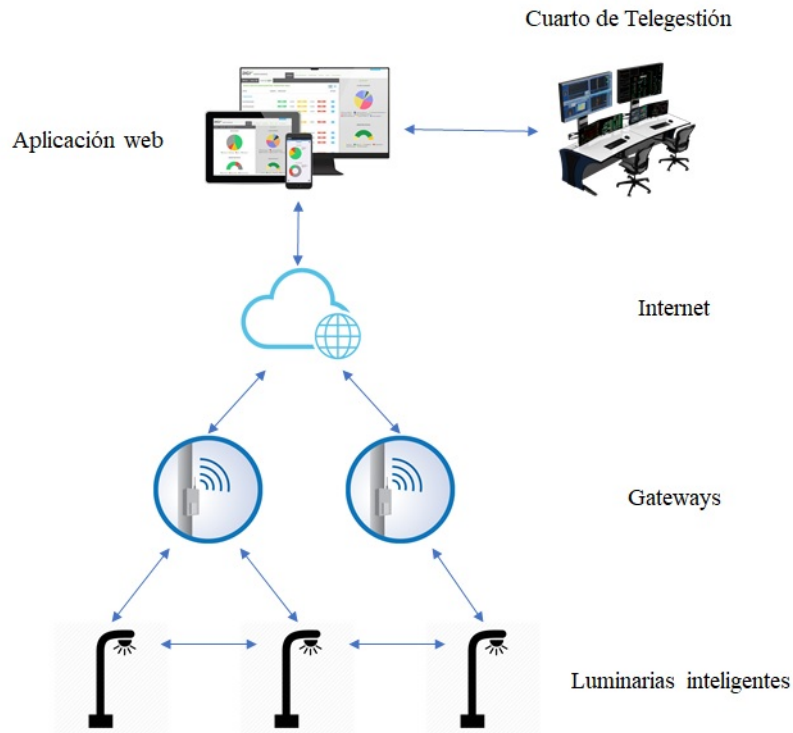


Figura 4.1: Esquema del alumbrado público inteligente

Descripción del modelo de negocio

El modelo de negocio desarrollado está enfocado desde el punto de vista del operador ya que se analiza si un servicio tiene factibilidad técnica y económica, de tal modo que pueda generar interés y más empresas puedan participar en proporcionar servicios de una Smart City.

El servicio de alumbrado inteligente permite a las municipalidades obtener ahorros importantes en el consumo eléctrico de las luminarias LED; menor costo de reposición ya que estas tienen una mayor vida útil; también representa un ahorro importante en mantenimiento para el operador ya que al ser telegestionadas se puede disminuir el número de visitas para verificar el estado de las luminarias.

El flujo de ingresos más importante para el municipio deriva del ahorro anual que obtendrá con la nueva tecnología, mientras que para el operador, sus ingresos vienen del servicio de operación y mantenimiento que prestarán a los municipios.

En cuanto a los costos, el rubro más grande derivan de la inversión en hardware y software necesario para la implementación del sistema inteligente, junto con el recurso humano requerido para su operación.

Mediante este servicio se genera un importante beneficio social para la ciudadanía ya que permite, a través de una iluminación más eficiente, mejorar la percepción de seguridad de las personas a la vez que también ayuda a disminuir la huella de carbono, siendo este un aspecto

relevante en la actualidad, sobretodo en las grandes ciudades.

El modelo CANVAS, y el detalle de cada una de sus componentes se encuentran en el Anexo A.1.

Alternativa con modelo ESCO

En la actualidad, alrededor del mundo hay varios proyectos de recambio de luminarias por tecnología LED y proyectos de eficiencia energética en general, que se llevan a cabo bajo la modalidad ESCO, es decir, a través de empresas especializadas que garantizan el ahorro energético y económico para el cliente.

Existen distintas modalidades según los objetivos y características del proyecto. Para el análisis de este modelo de negocio se considera como alternativa la modalidad de ahorros compartidos, lo que significa que una parte de los ahorros generados por la disminución del consumo eléctrico serán utilizados para el pago de la implementación del proyecto a la ESCO (operador), es decir que las municipalidades no requieren hacer gastos e inversiones adicionales y obtienen a cambio los beneficios de la nueva tecnología.

Este modelo de negocio es muy similar al analizado en el punto anterior por lo que se detalla solamente las nuevas características, las cuales están resaltadas en el CANVAS que se encuentra en el Adjunto A.1.1

4.2.2. Estacionamiento inteligente

Las municipalidades ofrecen actualmente el espacio público para que un operador brinde el servicio de estacionamiento, por el cual se cobra una tarifa al usuario. El mayor inconveniente con el sistema tradicional, es que muchas veces para los conductores es difícil encontrar un espacio libre, por lo que invierten varios minutos, y combustible, hasta encontrar un espacio donde estacionarse. Esto trae varios inconvenientes como congestión vehicular y una mayor contaminación de parte de los automotores.

Es también un inconveniente para el lado del operador y las municipalidades ya que al ser un sistema manual, dependen de que el personal registre la entrada y salida de vehículos y en algunas ocasiones se presentan evasiones o no se reportan debidamente las infracciones por mal estacionamiento, lo que representa pérdidas económicas para ambos actores.

Para solventar estos inconvenientes se puede implementar un sistema apoyado en las TICs que permita tener un mayor control de las zonas de estacionamiento tarifado. A este sistema se le conoce como Smart Parking o estacionamiento inteligente.

El esquema que se analiza está representado en la Figura 4.2 y presenta los siguientes componentes:

- **Sensores:** Son dispositivos electrónicos que se instalan en la calzada, sobre la vía pública, en el espacio destinado para estacionamiento y detectan la presencia de un vehículo y el tiempo de ocupación. Estos envían la información a un concentrador o gateway ubicado

en los postes de luminarias.

- Gateway: Son los dispositivos que permiten la conexión de múltiples sensores hacia un sistema de telegestión, el cual está basado en la nube (Internet). Los gateways pueden utilizar distintos medios para transmitir los datos hacia la nube, en este caso se utiliza la red móvil.
- Plataforma de telegestión: Es el sistema conformado por el servidor en la nube, software de gestión de sensores, servicio web, licenciamiento, entre otros, y al cual se accede vía web por parte del operador o el municipio para conocer el estado de los sensores e información estadística con respecto a la ocupación de los espacios de estacionamiento.

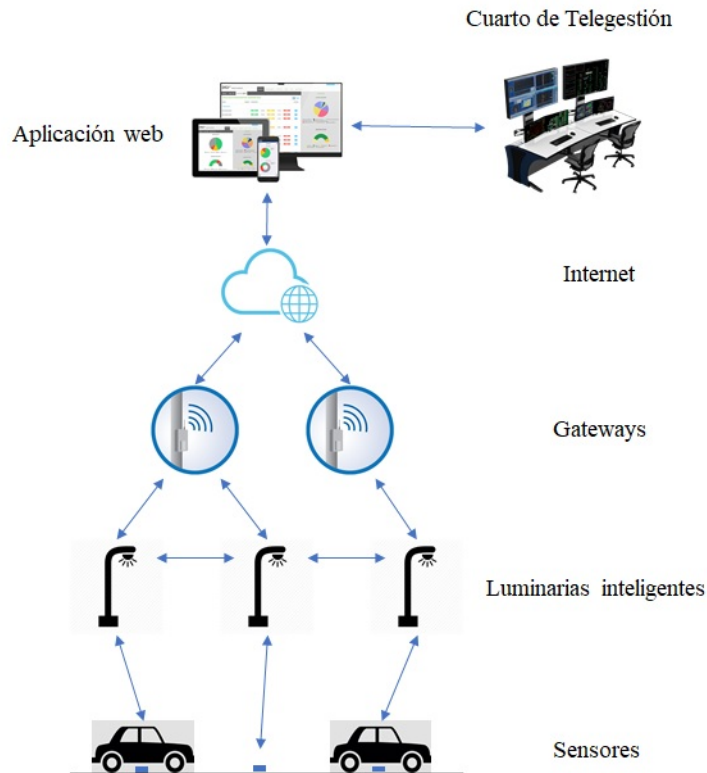


Figura 4.2: Esquema del estacionamiento inteligente

El esquema planteado parte del supuesto de que ya existe una infraestructura habilitante de luminarias inteligentes, por lo que tanto en el modelo como en el caso de negocio no se considera la implementación de ese sistema.

Descripción del modelo de negocio

El estacionamiento inteligente o Smart Parking, consiste en la instalación de sensores en la calzada de los espacios de estacionamiento público, concesionados por la municipalidad, con el objetivo de ofrecer el servicio de estacionamiento de una manera más eficiente a través de la telegestión de estos sensores, tanto para personal municipal como del operador.

Representa también facilidades para los conductores, quienes pueden valerse de esta tecnología para revisar la disponibilidad de espacios de estacionamiento libre a través de una

aplicación. Esto trae para la comunidad múltiples beneficios, tanto económicos como sociales y ambientales.

El flujo de ingresos más importante para el operador viene del cobro de una tarifa por minuto de ocupación, mientras que para la municipalidad, los ingresos se derivan del cobro al operador de un monto mensual por derecho de explotación del espacio público. En cuanto a los costos, el mayor rubro se destina en la inversión de hardware y software necesario para la implementación del sistema inteligente.

El modelo CANVAS y el detalle de sus componentes se encuentran en el Anexo A.2.

4.3. Casos de negocio

En esta sección se presentan los resultados del análisis económico de cada servicio planteado, considerando varios factores y escenarios para cada modelo de negocio. Se utilizan valores aproximados que fueron obtenidos tanto del mercado como de licitaciones públicas que se encuentran en el sitio web de Mercado Público.

Se calcula el flujo de caja tomando en cuenta los ingresos y los costos fijos y variables, así como la inversión requerida para la implementación del servicio evaluado.

Se evalúa la factibilidad económica utilizando indicadores financieros como el VAN, TIR, Payback y ROI.

4.3.1. Alumbrado público inteligente - Smart Lighting

Para el análisis económico de este modelo de negocio se consideran tres casos, de tal forma que se pueden evidenciar las diferencias en los indicadores económicos para cada caso. Estos son:

- Caso 1 (base) - Sin recambio de luminarias ni sensorización.
- Caso 2 - Recambio de luminarias, con sensorización y telegestión - Modelo tradicional.
- Caso 3 - Recambio de luminarias, con sensorización y telegestión - Modelo ESCO.

Para los tres casos se consideran los parámetros base representados en la Tabla 4.1:

Parámetro	Unidad	Valor
Luminarias	[Unidades]	5.000
Tiempo de iluminación	[horas/año]	4.020
Costo de energía eléctrica	[\$/KWh]	120
Tasa de descuento	[%]	10

Tabla 4.1: Parámetros base de alumbrado público inteligente

Se considera para los cálculos un total de 5000 luminarias, sea para recambio o mantenimiento, con un tiempo de iluminación de 4020 horas en el año. Estos valores se obtienen de la revisión de parámetros que se encuentran en licitaciones publicadas en el portal web de MercadoPúblico.cl

El costo por KWh utilizado es de \$120 pesos, de acuerdo a valores aproximados que se encuentran en el sitio web de Enel. Finalmente se utiliza una tasa de descuento del 10 % como base.

4.3.1.1. Caso 1 - Sin recambio de luminarias ni sensorización

En este caso se plantea mantener la tecnología actual en las luminarias, por ejemplo sodio. No se considera la inversión de sensores ni plataforma de telegestión.

El servicio prestado a la municipalidad por parte del operador, es el de mantenimiento de luminarias tradicionales, por un período y monto mensual determinado.

A continuación se detallan algunos de los cálculos que intervienen en este caso de negocio.

Inversiones en activo fijo

Dado que en el caso base no se reemplazan las luminarias, solo se contempla los costos de las herramientas para realizar el mantenimiento de las mismas.

Para cubrir los gastos relacionados a permisos, patentes comerciales y otros trámites, se considera el rubro de gastos administrativos.

Finalmente se estima un 5 % de los gastos de inversión para cubrir imprevistos.

Activos Fijos	Costo Total [\$]
Equipos	750.000
Otros	1.637.500
Total Inversión	2.387.000

Tabla 4.2: Resumen de inversión inicial - Alumbrado público tradicional

La inversión requerida para el caso base alcanza los 1.4 millones de pesos. El detalle de los valores calculados se encuentran en el Anexo B.1.1.

Depreciación de activos fijos

Los datos se obtuvieron del SII para determinar la depreciación de los activos fijos. De acuerdo a lo consultado, los equipos tienen una depreciación a 10 años.

Activos Fijos	Vida Útil [años]	Depreciación anual [\$]
Equipos	10	75.000
Total		75.000

Tabla 4.3: Resumen de depreciación de activos fijos - Alumbrado público tradicional

Costos fijos

Entre los costos fijos de este caso están las remuneraciones al personal relevante para el proyecto. Estos constan de un supervisor jefe que estará a cargo de organizar y supervisar

la ejecución del proyecto. Un Ingeniero en Prevención, que se encargará de asesorar al personal en temas de seguridad laboral y prevención de riesgos. Dos técnicos eléctricos que se encargarán de ejecutar el mantenimiento de las luminarias. Dos chóferes que se encargarán del traslado del personal técnico para las tareas de mantenimiento, y finalmente una persona que estará a cargo de los temas administrativos.

Dentro de los costos administrativos se considera el arrendamiento de los vehículos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de luminarias. Se toma en cuenta también el arriendo de una oficina y el pago de los servicios básicos relacionados a esta.

Se destina un monto para la adquisición o reposición de uniformes y materiales necesarios para el personal de ejecución.

Costos Fijos	Costo Anual [\$]
Remuneraciones	49.200.000
Administrativos	11.568.000
Otros	1.560.000
Total Costo Fijo	62.328.000

Tabla 4.4: Resumen de costos fijos - Alumbrado público tradicional

El total de los costos fijos para el caso de sólo mantenimiento de luminarias asciende a cerca de 62 millones. El detalle de los costos fijos se encuentran en el Anexo B.1.1.

Costos variables

Los costos variables de este caso están relacionados con los costos de mantenimiento de equipos y maquinaria necesaria para ejecutar el proyecto, para los cuales se asume un 5 % de los ingresos.

De igual forma se asume los costos por imprevistos que pudieran surgir y que no constan dentro del detalle de los otros rubros. Se asigna un promedio de 2 % de los ingresos.

Ingresos operacionales

En el caso base, sólo se contempla el servicio de mantenimiento de luminarias existentes, es decir sin recambio de tecnología. Para los cálculos se estima un valor aproximado, obtenido de las tendencias del mercado y las ofertas realizadas en licitaciones del portal web MercadoPúblico.

Este valor, que es de \$1.300 pesos, representa el precio de servicio de mantenimiento mensual por luminaria, el cual se cobra a la municipalidad.

Flujo de caja

Para la elaboración del flujo de caja del caso base se establecieron ciertos criterios y supuestos, entre los cuales están:

- La potencia de cada luminaria de sodio es de 150 W.

- El horizonte de evaluación es de 10 años.
- No se incluyen cambios o daños en las luminarias ocasionados por vandalismo, robo, choques, entre otros.
- En el caso base no se considera el reemplazo de luminarias.
- No se considera costos de inversión en periodos intermedios.

Los indicadores de evaluación obtenidos de este caso se presentan en la Tabla 4.5. El detalle del flujo de caja calculado se encuentra en el anexo B.1.1.

Indicador	Unidad	Valor
Valor Presente Neto	[\$]	17.005.869
Tasa Interna de Retorno	[%]	20
Periodo de recuperación de capital	[años]	5
Retorno sobre la inversión	[%]	88

Tabla 4.5: Indicadores de evaluación de inversión - Alumbrado público tradicional

De acuerdo a los valores obtenidos, se observa que este caso tiene un VAN positivo de aproximadamente 17 millones de pesos, con una TIR del 20 % y una rentabilidad de cerca del 90 % luego del periodo de evaluación que en este caso son 10 años. Se espera la recuperación del capital invertido al quinto año de funcionamiento.

4.3.1.2. Caso 2 - Recambio de luminarias, con sensorización y telegestión

Para este caso, se plantea el cambio de las luminarias de sodio por tecnología LED, junto con los sensores y la plataforma de telegestión para disminuir el consumo eléctrico.

El servicio que presta el operador hacia la municipalidad es el de instalar, monitorear y dar mantenimiento a las luminarias por un período y monto determinado. En este esquema, la municipalidad realiza pagos al operador por los servicios prestados, sin considerar los ahorros generados por menor consumo eléctrico.

Se detallan a continuación algunos de los ítems que intervienen en este caso de negocio, el cual corresponde al modelo de negocio planteado en el punto 4.1.1. Los costos y valores utilizados son aproximaciones de los valores disponibles en el mercado y de licitaciones publicadas en el portal web MercadoPúblico.cl

Inversiones en activo fijo

Para llevar a cabo este proyecto, es necesario invertir en luminarias LED, junto con los sensores y concentradores, que le van a dar el sentido de «inteligencia» al sistema, así como el kit de herramientas necesarias para llevar a cabo las tareas.

Se considera también la inversión en el software de telegestión de las luminarias LED, el cual incluye una plataforma web y una aplicación móvil para el monitoreo y control remoto de los dispositivos.

Para la telegestión del sistema se requiere de un cuarto de control y monitoreo, el cual contiene los equipos necesarios para tal efecto, como la habilitación de puestos de trabajo con

monitores y equipos de cómputo para el personal de operación. De igual forma se contemplan los equipos necesarios para proveer de conectividad a la sala y un UPS para mantener el sistema activo en caso de fallo del suministro eléctrico.

Se requiere también de un servicio de Callcenter para receptar las inquietudes y requerimientos sobre el sistema. Se estiman también gastos administrativos como permisos y patentes comerciales. Se considera el 3 % de los costos de inversión para imprevistos.

Activos Fijos	Costo Total [\$]
Equipos para alumbrado inteligente	1.270.250.000
Software	40.000.000
Cuarto de control y monitoreo	5.400.000
Otros	220.069.500
Total Inversión	1.535.719.500

Tabla 4.6: Resumen de inversión inicial - Smart Lighting

La inversión requerida para este caso asciende aproximadamente a 1.500 millones de pesos. El detalle de los valores calculados se encuentran en el anexo B.1.2.

Depreciación de activos fijos

De acuerdo a los datos que maneja el SII, para el cálculo, los equipos del sistema de iluminación inteligente manejan una depreciación a 10 años. Sin embargo otros elementos como equipos de cómputo y enseres que forman parte del cuarto de control y monitoreo, tienen una depreciación a 6 años de acuerdo al SII. En este caso, se considera una reinversión o reemplazo de estos elementos al sexto año de operación. El monto de este ítem supera los 100 millones de pesos.

Activos Fijos	Vida Útil [años]	Depreciación anual [\$]
Equipos para alumbrado inteligente	10	127.025.000
Cuarto de control y monitoreo	6	681.333
Total		127.706.330

Tabla 4.7: Resumen de depreciación de activos fijos - Smart Lighting

Costos fijos

Para este caso, dado que se trata de un servicio «inteligente» es decir apalancado en las TICs e IoT, es necesario tomar en cuenta los costos de conexión a Internet de los concentradores, los cuales van a enviar la información recopilada por los sensores en las luminarias, hacia el centro de datos para su procesamiento.

Como se requiere de un cuarto de control y monitoreo, considerado dentro de las inversiones, también se toma en cuenta los costos de conexión a Internet y comunicación para el personal que opera en este cuarto. Para este efecto se toma en cuenta planes mensuales de Internet, telefonía móvil y fija.

Otro de los costos fijos son las remuneraciones al personal relevante para el proyecto. Estos constan de un Supervisor Jefe que estará a cargo de organizar y supervisar la ejecución del

proyecto. Un Ingeniero en Prevención, que se encargará de asesorar al personal en temas de seguridad laboral y prevención de riesgos. Dos técnicos eléctricos que se encargarán de ejecutar el mantenimiento de las luminarias. Dos chóferes que se encargarán del traslado del personal técnico para las tareas de mantenimiento, dos operadores para monitoreo y control de la plataforma, y finalmente una persona que estará a cargo de los temas administrativos.

Se considera el arriendo de una oficina en la cual funcionará el centro de telegestión y soporte, así como el gasto en servicios básicos como luz y agua. Se toma en cuenta el arriendo de tres vehículos para ejecutar las tareas de mantenimiento y soporte.

Finalmente se asigna un rubro para la dotación de uniformes y materiales para el personal operativo en terreno.

Costos Fijos	Costo Anual [\$]
Servicios	7.552.440
Centro de Telegestión	695.880
Remuneraciones	61.200.000
Administrativos	11.568.000
Otros	1.560.000
Total Costo Fijo	75.863.040

Tabla 4.8: Resumen de costos fijos - Smart Lighting

El monto total de los costos fijos es cercano a los 75 millones de pesos anuales. El detalle de estos costos están en el Anexo B.1.2.

Costos variables

Se considera los costos de mantenimiento de equipos, maquinaria, herramientas, etc., que se requieren para la operación normal de los servicios. Se estima un 2 % de los ingresos anuales. Se considera un porcentaje menor en relación al caso base ya que al ser un sistema telegestionado, el operador no necesita ir frecuentemente a atender un incidente o revisar el estado de luminarias, lo cual representa una disminución en los gastos de mantenimiento. Se estima un promedio de 2 % de los ingresos para imprevistos.

Ingresos operacionales

Se establecen para este caso, al menos tres fuentes de ingresos. Uno de ellos corresponde al servicio de mantenimiento de luminarias inteligentes, que incluye revisión, limpieza y reposición de luminarias, sensores y concentradores en caso de requerirlo. Se establece una tarifa mensual de \$6.000 pesos por luminaria.

Otro de los ingresos corresponde al suministro e instalación de luminarias con sus respectivos sensores y los concentradores para la conexión al servidor en la nube. Se agrega una utilidad del 8 % al costo de los componentes y se considera un monto de \$15.000 pesos como costo de instalación, el cual incluye el personal y herramientas necesarias para ejecutar la tarea. Si bien los trabajos de instalación se realizarían al inicio del proyecto, se considera para efectos de cálculo, la amortización de estos costos durante el periodo que dure el contrato.

Se espera recibir también ingresos por concepto de soporte al sistema de telegestión, esto incluye el mantenimiento y soporte de la plataforma web, servidores y conectividad de red. Se establece una tarifa mensual de \$2.000.000 de pesos.

Flujo de caja

Para la elaboración del flujo de caja del caso 2 se establecieron ciertos criterios y supuestos, entre los cuales están:

- La potencia de todas las luminarias LED es de 80 W.
- El horizonte de evaluación es de 10 años.
- No se incluyen cambios o daños en las luminarias ocasionados por vandalismo, robo, choques, entre otros.

Los indicadores de evaluación obtenidos de este caso se presentan en la Tabla 4.9. El detalle del flujo de caja calculado se encuentra en el anexo B.1.2.

Indicador	Unidad	Valor
Valor Presente Neto	[\$]	485.947.623
Tasa Interna de Retorno	[%]	17
Periodo de recuperación de capital	[años]	5
Retorno sobre la inversión	[%]	31

Tabla 4.9: Indicadores de evaluación de inversión - Smart Lighting

De los cálculos obtenidos se puede apreciar que para el caso de sensorización del alumbrado público, si bien los costos de inversión son muy superiores con respecto al caso base (sin sensorización), el VAN resultante es positivo, cercano a los \$500 millones de pesos. Se obtiene un TIR del 17 % y una rentabilidad del 31 %, con un periodo de recuperación del capital de 5 años.

Análisis de sensibilidad

Se analiza la influencia que tiene sobre el VAN la variación por separado, de los factores más relevantes del servicio, los cuales se definen a continuación. En la figura 4.3 se puede observar el comportamiento de cada variable:

- Tasa de descuento.
- Costo unitario de sensores.
- Costo unitario de luminarias.
- Costo unitario de concentrador
- Costo de mantenimiento de luminarias

De la gráfica se observa que los factores que más afectan al VAN son la tasa de descuento y el costo de mantenimiento de cada luminaria telegestionada, especialmente esta última; en menor medida el VAN se ve afectado por la variación del costo de las luminarias. Se aprecia también que el costo de los concentradores y sensores casi no afectan el VAN del proyecto.

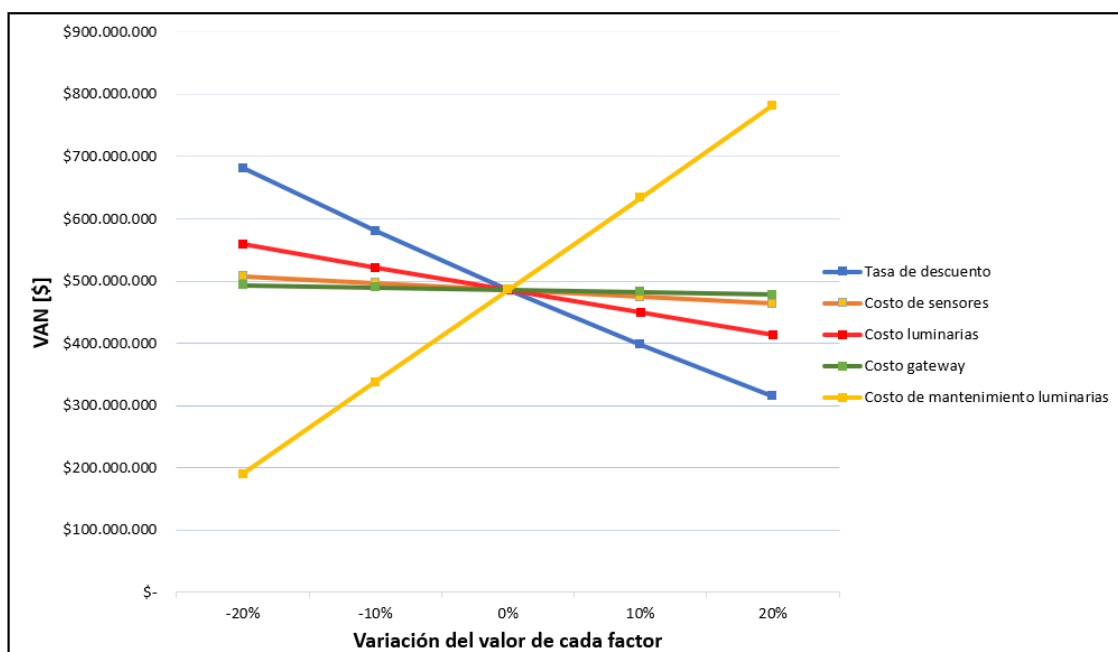


Figura 4.3: Análisis de sensibilidad del VAN - Smart Lighting. Elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados del VAN, TIR Payback y ROI para un escenario realista, uno pesimista y otro optimista, tomando en consideración la variación de los factores más relevantes.

		Realista	Optimista	Pesimista
Variables:				
	Tasa de descuento [%]	10 %	8 %	12 %
	Costo de luminarias [\$/luminaria]	180.000	145.000	210.000
	Costo de mantenimiento [\$/luminaria]	6.000	7.200	4.800
Resultado:				
	VAN [\$]	\$485.947.623	\$1.066.300.336	\$-24.125.298
	TIR [%]	17 %	22 %	12 %
	Payback [años]	5	4	6
	ROI [%]	31 %	77 %	-1 %

Tabla 4.10: Resumen de escenarios - Smart Lighting

De esta tabla se observa que para los escenarios real y optimista se obtienen valores positivos del VAN luego de los 10 años de análisis del proyecto.

Sin embargo, en el escenario pesimista, tanto el VAN como la rentabilidad resultan negativos. Esto significa que de darse las condiciones de ese escenario, el negocio no resultaría rentable en el tiempo.

Los valores obtenidos para los escenarios realista y optimista demuestran que el negocio resultaría rentable en el tiempo, recuperando la inversión del capital a la mitad del período de funcionamiento del negocio.

Ahorro de consumo eléctrico

En la tabla 4.11 se presentan los valores calculados del consumo eléctrico tanto para el caso base como el caso con sensorización inteligente, basados en los parámetros de la tabla 4.1:

Alternativa	Consumo total [KWh/año]	Costo total [\$]	Ahorro [\$/año]	Ahorro [%/año]
Sin recambio de luminarias	3.015.000	361.800.000	-	-
Con recambio de luminarias y sensorización	1.608.000	192.960.000	168.840.000	46,67

Tabla 4.11: Ahorro en consumo de energía - Smart Lighting

De esta tabla se observa que se obtiene un ahorro aproximado del 47 % para el caso del recambio de luminarias a tecnología LED, sin embargo este porcentaje de ahorro se asume solamente considerando el cambio de tecnología. Se pueden obtener mayores ahorros aplicando la variación de la potencia de las luminarias o el encendido o apagado de las mismas cuando no hay transeúntes cerca de las luminarias.

En la figura 4.4 se observa un incremento en el ahorro generado por consumo eléctrico conforme disminuye la potencia de las luminarias. Este ahorro puede llegar a alcanzar el 60 % aproximadamente.

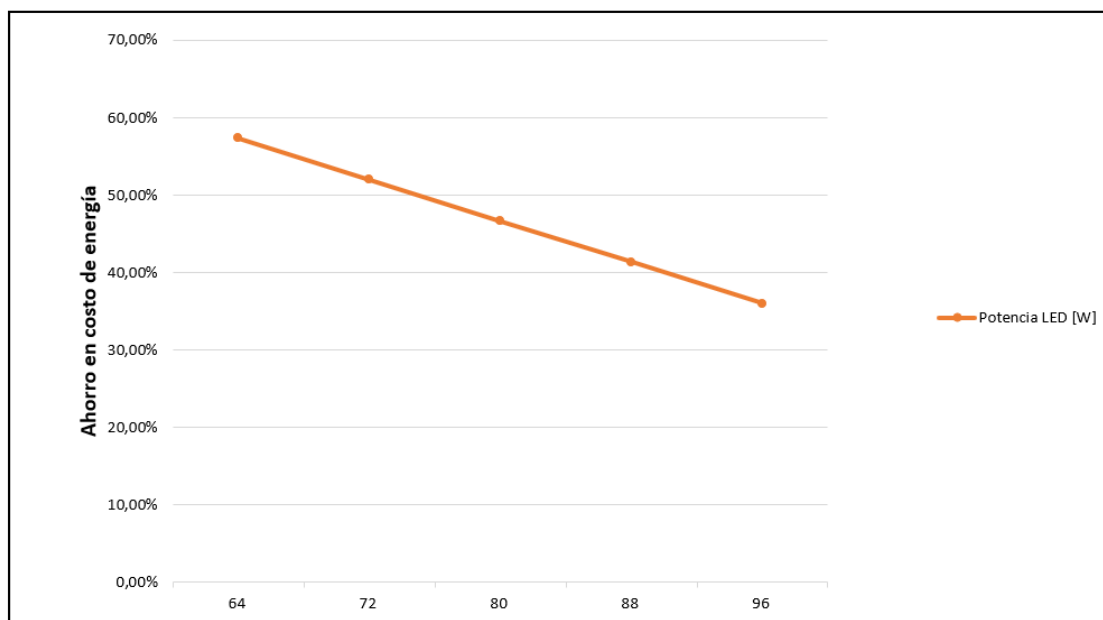


Figura 4.4: Ahorro generado por consumo eléctrico - Smart Lighting

4.3.1.3. Caso 3 - Recambio de luminarias, con sensorización y telegestión - Modelo ESCO

Este caso es similar al anterior, en cuanto a costos de inversión y costos de operación. La diferencia radica en que los ingresos para el operador están fijados en base a un modelo ESCO de ahorros compartidos. Esto es, que los ahorros generados por consumo eléctrico se

dividen entre el operador y la municipalidad en un porcentaje y tiempo determinados, de esta forma la municipalidad no incurre en gastos adicionales si no que financia el proyecto con parte de esos ahorros. El modelo de negocio respectivo se encuentra en el Anexo A.1.1

A continuación se analizan algunos ítems para validar si existe la factibilidad económica de implementar este modelo.

Cabe mencionar que se mantienen los mismos elementos y valores de la inversión y el costo fijo del caso anterior. En el caso de los costos variables, se mantienen los mismos elementos pero varía su valor ya que depende directamente de los ingresos y estos cambian en la alternativa planteada. Estos cálculos se encuentran en el Anexo B.1

Ingresos operacionales

Los ingresos en este caso se generan netamente de una parte de los ahorros obtenidos en el punto anterior, y que están expresados en la Tabla 4.11. Para los cálculos se asume que el 90 % de los ahorros van para la ESCO, y el 10 % restante se queda la municipalidad. Esto en un esquema de querer disminuir el tiempo de recuperación de la inversión y liberar los recursos para la municipalidad.

Flujo de caja

Los criterios y supuestos para este caso son los mismos del caso anterior, y los indicadores de evaluación obtenidos se muestran en la Tabla 4.12. El detalle del flujo de caja se encuentra en el Anexo B.1

Indicador	Unidad	Valor
Valor Presente Neto	[\$]	-1.168.093.363
Tasa Interna de Retorno	[%]	-13
Periodo de recuperación de capital	[años]	+10
Retorno sobre la inversión	[%]	-75

Tabla 4.12: Indicadores de evaluación de inversión - Smart Lighting - Modelo ESCO

De los valores de la tabla se observa que tanto el VAN, el TIR y el ROI resultan negativos, es decir que teniendo una alta inversión y unos ingresos derivados solamente de una parte de los ahorros generados, no son suficientes para que el proyecto sea viable económicamente para el operador dentro del horizonte de evaluación que son 10 años, por lo que no es recomendable llevar a cabo el proyecto bajo esas condiciones, o en su defecto tratar de disminuir la inversión apoyándose en economías de escala para abaratar los costos de los dispositivos.

4.3.2. Estacionamiento inteligente - Smart Parking

Para el análisis de este servicio se plantean dos casos:

- Caso 1 (base) - Estacionamiento tradicional
- Caso 2 - Sensorización de plazas de estacionamiento

En ambos casos se utilizan los parámetros de la Tabla 4.13 para los cálculos respectivos:

Parámetro	Unidad	Valor
Plazas de estacionamiento	[Unidades]	1.200
Tiempo de disponibilidad de estacionamientos	[horas/plaza*año]	3.264
Tasa de descuento	[%]	10
Horizonte de evaluación	[años]	5

Tabla 4.13: Parámetros base de estacionamiento inteligente

Se considera para los cálculos en todos los casos un total de 1200 plazas de estacionamiento disponibles, con un valor de 3.264 horas disponibles por cada plaza de estacionamiento. Se establece una tasa de descuento del 10 %.

4.3.2.1. Caso 1 - Estacionamiento tradicional

El primer caso, que servirá de base para la posterior comparación del segundo caso, consiste en la prestación del servicio de estacionamiento tradicional, es decir la operación y control de las plazas de estacionamiento se hace de forma presencial por el personal del operador.

A continuación se detallan los ítems que se utilizan para construir el flujo de caja de este caso.

Inversiones en activo fijo

Dado que el caso base contempla el servicio tradicional, entonces el monto de inversión no es mayor. El monto principal serán los equipos POS con los cuales los operadores realizarán el control manual del ingreso y salida de los vehículos en las plazas de estacionamiento. Se estima un total de 50 de estos equipos para operación y 5 equipos de repuesto; igual número se estima para los radio comunicadores que utilizarían los operadores. También se considera la adquisición de equipamiento de cómputo para la oficina que se arrendaría para gestionar los temas administrativos cerca de la zona de estacionamientos.

Para que los operadores puedan efectuar el cobro de la tarifa de estacionamiento a los usuarios, se requiere de la implementación de un software de facturación y cobranzas.

Para la gestión de temas administrativos y atención a los usuarios, se contempla la adquisición de muebles y enseres para equipar la oficina arrendada. Los costos relacionados a permisos, patentes comerciales, y otros trámites también son considerados dentro de los gastos de inversión.

Finalmente se estima un 5 % de la inversión para gastos imprevistos.

Activos Fijos	Costo Total [\$]
Equipos	9.250.000
Software	1.300.000
Otros	2.627.500
Total Inversión	13.177.500

Tabla 4.14: Resumen de inversión inicial - Estacionamiento tradicional

La inversión requerida para el caso base bordea los 13 millones de pesos. El detalle de los rubros de inversión se encuentran en el Anexo B.2.1.

Depreciación de activos fijos

Para el cálculo de la depreciación, solo se consideraron los items de equipos y muebles de oficina, los cuales tienen una vida útil de 6 a 10 años de acuerdo al SII. Dado que el horizonte de evaluación se fijó a 5 años, la depreciación también se calcula dentro de esos límites.

Activos Fijos	Vida Útil [años]	Depreciación anual [\$]
Equipos	10	991.667
Otros	7	71.429
Total		1.063.100

Tabla 4.15: Resumen de depreciación de activos fijos - Estacionamiento tradicional

Costos fijos

Dentro de los costos fijos está determinado el ítem de conexión a Internet de cada POS para que puedan realizar la facturación y cobro en tiempo real. El valor mensual es de \$7.990 pesos por cada dispositivo.

Otro rubro importante es el de las remuneraciones al personal administrativo y operativo para llevar a cabo el funcionamiento del negocio. Para ello se considera el siguiente personal: un Supervisor Jefe, quien estará a cargo de gestionar y controlar que el servicio prestado sea de calidad. Dos Supervisores de terreno, quienes organizarán y supervisarán al personal operativo en terreno. Una persona para el área administrativa, que se encargará de los requerimientos de oficina. Un profesional de Prevención de Riesgos, que brindará asesoría y capacitación al personal en temas de prevención y seguridad laboral. Finalmente se considera a cincuenta operadores que se encargarán de registrar las patentes y cobrar y emitir los tickets por ocupación de las plazas de estacionamiento.

Dentro de los gastos administrativos, el más relevante es el del arriendo de la oficina, ubicada dentro de la zona o comuna en donde se brindará el servicio, de tal forma que tanto la municipalidad como los usuarios tengan una atención más directa y eficiente. De igual forma se estima el gasto relacionado con los servicios básicos como luz y agua que ocupa la oficina.

Mantener las comunicaciones son importantes en el desarrollo efectivo del negocio por lo que se estima también el costo de telefonía fija y móvil así como de Internet. Se considera además el arriendo de un vehículo, el cual será utilizado para tareas operativas o para que los supervisores puedan efectuar sus rondas de inspección.

Finalmente, dentro de los costos fijos se determina también la dotación de uniformes y materiales necesarios para el correcto desempeño de los operadores. Es importante también considerar la debida señalización de los espacios disponibles para estacionamiento y zonas prohibidas. En la Tabla 4.16 se resume los ítems y valores asociados al costo fijo.

El total de los costos fijos para el caso del servicio de estacionamiento tradicional asciende

Costos Fijos	Costo Anual [\$]
Equipos	4.794.000
Remuneraciones	354.000.000
Administrativos	8.951.880
Otros	2.760.000
Total Costo Fijo	370.505.880

Tabla 4.16: Resumen de costos fijos - Estacionamiento tradicional

a cerca de 370 millones de pesos. El detalle de los costos fijos se encuentran en el Anexo B.2.1.

Costos variables

Dentro de este ítem se considera el pago mensual que se debe hacer a la municipalidad por concepto de derecho de explotación del espacio público como zona de estacionamiento. Se estima un valor de 3UF mensual por plaza, de acuerdo a valores consultados en licitaciones publicadas en el portal web MercadoPúblico.cl.

Se determina también los costos de mantenimiento de equipos y señalización, que para este caso se asume el 10 % de los ingresos.

Se asume un 3 % los primeros dos años y posteriormente un 2 % de los ingresos como parte de los costos incobrables a usuarios.

Finalmente se estima un 5 % el primer año, 3 % el segundo y luego un 2 % de los ingresos en los siguientes años como concepto de imprevistos.

Ingresos operacionales

El operador percibe como ingreso el total del valor que se cobra a los usuarios finales por minuto de ocupación de la plaza de estacionamiento. Para los cálculos se establece una tarifa de \$20 pesos por minuto ocupado.

Se asume que el primer año de funcionamiento la tasa de ocupación de las plazas de estacionamiento es del 40 %, con incremento anual del 5 %.

Flujo de caja

Para la construcción del flujo de caja de este caso se consideran los siguientes criterios y supuestos:

- El número de plazas de estacionamiento a tarifar es de 1200.
- El horizonte de evaluación es de 5 años.
- El horario de operación es de lunes a viernes de 08:30 a 21:00, y los sábados de 08:30 a 14:00.

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 4.17. El detalle del flujo de caja calculado se encuentra en el anexo B.2.1.

Indicador	Unidad	Valor
Valor Presente Neto	[\$]	839.307.692
Tasa Interna de Retorno	[%]	46
Periodo de recuperación de capital	[años]	3
Retorno sobre la inversión	[%]	222

Tabla 4.17: Indicadores de evaluación de inversión - Estacionamiento tradicional

Se observa que el VAN de este caso supera los \$800 millones de pesos, con un TIR del 46 % y una rentabilidad del 222 % luego de los 5 años de evaluación. Este caso resulta un negocio atractivo, tomando en consideración que no se incurre en mayores gastos de inversión y esta se recupera al tercer año de funcionamiento del negocio.

4.3.2.2. Caso 2 - Sensorización de plazas de estacionamiento

Para este caso se plantea la implementación de tecnología, apoyado en las TICs para el monitoreo y la gestión remota de las zonas de estacionamiento. Para ello se contempla la instalación de sensores en cada espacio de estacionamiento disponible, para luego, a través de una plataforma web, monitorear el estado de cada uno de estos espacios, su estado, tiempo de ocupación, entre otros.

También se plantea el uso de una aplicación móvil para que los usuarios puedan ver en tiempo real las plazas de estacionamiento disponibles y evitar en parte la congestión vehicular y pérdida de tiempo que implica esta actividad.

Para el desarrollo de este caso se considera que ya existe una infraestructura habilitante, que en este caso es una red pública de luminarias inteligentes. En este contexto, se asume que ya existe una plataforma de telegestión de luminarias y a la cual se acoplarían los sensores de estacionamiento. También se asume que están instalados los concentradores que recibirán la información de los sensores.

Se detallan a continuación los ítems considerados para la construcción del flujo de caja de este modelo de negocio, planteado en el punto 4.1.2

Inversiones en activo fijo

Dentro de las inversiones requeridas para llevar a cabo el modelo de negocio planteado, es necesario adquirir e instalar dispositivos tecnológicos que permitan dar el sentido de «inteligencia» al sistema. En este punto se considera la adquisición de sensores que serán instalados en la calzada de cada plaza de estacionamiento; tótems de pago que serán instalados en cada calle de la zona delimitada para estacionamientos, y en los cuales los usuarios podrán cancelar su boleta de forma electrónica; equipos POS (terminales de venta) que utilizarán los operadores para efectuar el registro manual de ingreso y salida de los vehículos y el cobro en efectivo en caso de requerirlo. Se considera también tres kits de herramientas para la etapa de implementación de los dispositivos, y también la adquisición de equipos de radio comunicación para el personal en terreno.

Se requiere de la implementación de una aplicación móvil para que los usuarios puedan ver

y buscar con anticipación una plaza disponible. Es necesario además considerar la integración de un sistema de facturación electrónica para dar facilidades de pago a los usuarios.

Un aspecto relevante a considerar es el del espacio físico donde se llevará a cabo el monitoreo y control remoto de los dispositivos. Para ello se considera el equipamiento de un cuarto de control, en el cual se incluyen monitores, equipos de cómputo, escritorio, entre otros.

Se estima adicionalmente la adquisición de muebles y enseres para equipar la oficina que será arrendada. Los gastos administrativos como patentes comerciales y permisos son considerados también dentro de este rubro. Finalmente se asume un 5 % de los gastos de inversión para los imprevistos.

Activos Fijos	Costo Total [\$]
Equipos	552.300.000
Software	27.100.000
Cuarto de control y monitoreo	5.400.000
Otros	31.340.000
Total Inversión	616.140.000

Tabla 4.18: Resumen de inversión inicial - Smart Parking

La inversión requerida para este caso de negocio es cercana a los 600 millones de pesos. El detalle del cálculo de este valor se encuentra en el Anexo B.2.2.

Depreciación de activos fijos

Para el cálculo de la depreciación se tomó en consideración la vida útil de los distintos equipos y otros enseres, de acuerdo a consultas realizadas en la sitio web del SII, y de información técnica del catálogo de algunos de los dispositivos. También se asume un tope de 5 años que es el horizonte de evaluación utilizado para este caso.

Activos Fijos	Vida Útil [años]	Depreciación anual [\$]
Equipos	6	85.262.500
Cuarto de monitoreo y control	6	681.333
Otros	6	71.429
Total		86.696.600

Tabla 4.19: Resumen de depreciación de activos fijos - Smart Parking

Costos fijos

Dado que el servicio a ofrecer está apoyado en las TICs, se debe considerar los costos de conexión a Internet de los tótems de pago y terminales de ventas (POS). Para la conexión de los dispositivos se establece el uso de la red móvil (3G/LTE).

Dentro del personal se considera un Supervisor Jefe, que organizará y supervisará el negocio; dos supervisores de terreno, que se encargarán de organizar y supervisar al personal en sitio; una secretaria que se encargará de los temas administrativos y contables; dos operadores que ejecutarán las tareas de monitoreo y soporte de la plataforma, y 50 operadores

o cobradores que estarán en cada calle para ayudar a los usuarios a utilizar la plataforma o cobrar en efectivo las tarifas de estacionamiento en caso de requerirlo.

Se toma en cuenta los costos administrativos como el arriendo de la oficina en donde funcionará el cuarto de control y monitoreo, y se ubicará también el personal administrativo; consumo de servicios básicos de luz y agua, y el arriendo de un vehículo para que lo utilicen los supervisores y personal de soporte para tareas de supervisión y mantenimiento respectivamente.

Se establece un rubro para gastos en publicidad a través de medios digitales y tradicionales, para dar a conocer y promover el uso de la plataforma y generar también interés en negocios de terceros para obtener convenios con estos y generar descuentos o promociones para los usuarios.

Para el personal operativo en terreno se considera la dotación de uniformes y accesorios para su seguridad y bienestar como lentes de sol, protector solar, entre otros. Finalmente se agrega los costos requeridos para señalizar debidamente las zonas de estacionamiento.

Costos Fijos	Costo Anual [\$]
Equipos	9.588.000
Remuneraciones	366.000.000
Administrativos	8.951.880
Publicidad	39.600.000
Otros	2.760.000
Total Costo Fijo	426.899.880

Tabla 4.20: Resumen de costos fijos - Smart Parking

El monto anual de estos gastos asciende a 400 millones de pesos aproximadamente, siendo las remuneraciones del personal el rubro más representativo. El detalle de los valores calculados se encuentran en el Anexo B.2.2.

Costos variables

El principal costo a cubrir para la normal operación del negocio es el pago mensual a la municipalidad por concepto de derecho de explotación del espacio público para zonas de estacionamiento. Ese monto dependerá de la tasa de ocupación que se haya generado durante el mes, y por lo general son valores que la municipalidad establece previamente dentro de las bases de licitación.

Se considera el pago de una tarifa mensual (3,19 %) que depende de la facturación de los ingresos, y corresponde al servicio de facturación y cobranza electrónica, que es prestado por un proveedor y se integra a la aplicación móvil para la facilidad de pago de los usuarios por el uso del estacionamiento.

Se establece un 10 % de los ingresos para costos de mantenimiento de la plataforma y equipos. Los costos incobrables a usuarios por diversos motivos, se estima en un 3 % de los ingresos los dos primeros años, y el 2 % en los siguientes años. De igual forma se asigna un valor del 5 % de los ingresos el primer año, y el 2 % en los años restantes para imprevistos.

Ingresos operacionales

Al igual que en el caso base, los ingresos corresponden al cobro de una tarifa a los usuarios por concepto de uso del espacio de estacionamiento. Para este caso se ha fijado en un valor de 22 pesos por minuto de ocupación.

Para los cálculos se asume que para el primer año de funcionamiento la tasa de ocupación promedio de las plazas de estacionamiento es del 40 %, con un incremento anual del 5 %.

Flujo de caja

Para la construcción del flujo de caja de este caso se consideran los siguientes criterios y supuestos:

- El número de plazas de estacionamiento a tarifar es de 1200.
- El horizonte de evaluación es de 5 años.
- El horario de operación es de lunes a viernes de 08:30 a 21:00, y los sábados de 08:30 a 14:00.
- Se asume que la duración de la batería de los sensores dura 6 años.
- Se dispone de los permisos de operación de parte de los organismos de control como la Subtel y el SEC.

Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 4.21. El detalle del flujo de caja calculado se encuentra en el anexo B.2.2.

Indicador	Unidad	Valor
Valor Presente Neto	[\$]	503.147.128
Tasa Interna de Retorno	[%]	22
Periodo de recuperación de capital	[años]	4
Retorno sobre la inversión	[%]	50

Tabla 4.21: Indicadores de evaluación de inversión - Smart Parking

El VAN resultante para este caso es cercano a los 500 millones de pesos, con una rentabilidad del 50 % y una TIR del 22 %, considerando que se incurre en altas cifras de inversión inicial, derivado de la implementación de las TICs. Se espera recuperar la inversión luego del cuarto año de funcionamiento.

Análisis de sensibilidad

A continuación se observa en la figura 4.5 el comportamiento del VAN al variar algunos factores relevantes de este caso de negocio. Los factores analizados son:

- Número de plazas de estacionamiento.
- Tasa de descuento
- Costo unitario de sensores
- Costo unitario de tótems de pago
- Tarifa de estacionamiento

De la gráfica se observa que los factores más influyentes en el VAN son la variación en el número de plazas de estacionamiento disponible y también la tarifa por minuto de ocupación, llegando incluso a valores negativos del VAN ante una disminución significativa de la tarifa por minuto. Se observa una ligera afectación al VAN al variar la tasa de descuento. Por otro lado, se observa una afectación muy leve en el VAN al cambiar valores del costo unitario de sensores y tótems de pago.

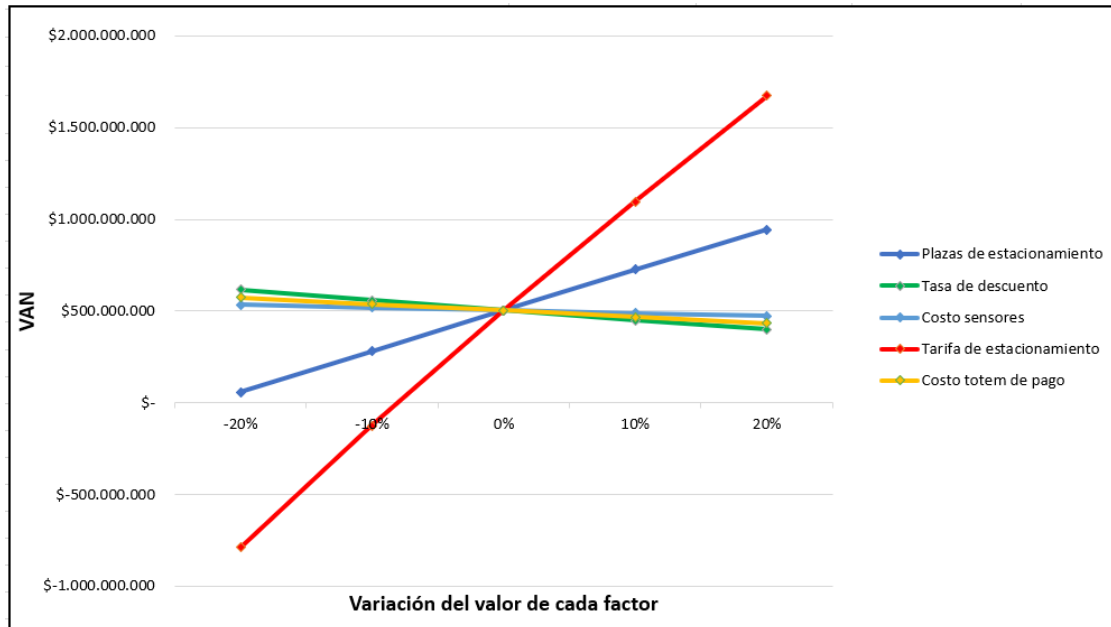


Figura 4.5: Análisis de sensibilidad del VAN - Smart Parking

Tomando los factores más relevantes del análisis anterior se calcula nuevamente el VAN, TIR, Payback y ROI para un escenario optimista y otro pesimista. En la Tabla 4.22 se presentan los resultados obtenidos.

	Realista	Optimista	Pesimista
Variabes:			
Plazas de estacionamiento	1.200	1.300	1.000
Tarifa de estacionamiento [\$ / minuto]	22	24	20
Resultado:			
VAN	\$503.147.128	\$1.264.121.054	\$-359.869.776
TIR	22 %	38 %	0 %
Payback [años]	4	3	5
ROI [%]	50 %	122 %	-39 %

Tabla 4.22: Resumen de escenarios - Smart Parking

De la tabla se observa que para los escenarios real y optimista, se mantiene un VAN, TIR y ROI positivos, sin embargo en el escenario pesimista, una disminución en las plazas de estacionamiento y la tarifa por minuto cobrado pondrían en riesgo la inversión y resultaría en un negocio no rentable en esas condiciones.

4.4. Plan de negocio

En esta sección se presenta de manera general, un plan de negocio para una empresa en el sector de las Tecnologías de la Información y Comunicación que presten servicios en relación a las Ciudades Inteligentes.

El siguiente plan de negocio no está enfocado en la implementación final del mismo, si no que sirve como guía base para empresas interesadas en implementar este tipo de servicios.

4.4.1. Análisis Estratégico

4.4.1.1. Análisis PEST

El análisis PEST es una herramienta que ayuda a analizar y definir el macro-entorno sobre el cual se va a desarrollar un negocio. Para ello se realiza el análisis de varios factores externos, los cuales son: político, económico, social y tecnológico.

Factor Político

Hay varias ciudades en el mundo sobretodo en Europa, Asia y Norteamérica que se han apegado a los cambios y evolución tecnológica de los últimos años, llevándolas a liderar el desarrollo de ciudades inteligentes, teniendo ya varios años de experiencia en la implementación e integración de políticas públicas enfocadas en la transformación digital.

Chile por su lado, se ha caracterizado en los últimos años por tener buenos índices de crecimiento y desarrollo macroeconómico y estabilidad política con una fuerte institucionalización, lo que lo han llevado a liderar la región, no obstante existe un indicador no menor sobre desigualdad de ingresos en la población, que están entre los más altos de la región según los últimos datos del Banco Mundial (2017), factor que entre otros, ha llevado a un considerable descontento social en los últimos meses de 2019.

Por otro lado, según el último estudio del IESE Business School, Cities in Motion Index 2019 [2] que se encarga de analizar diversos factores en cuanto al desarrollo y evolución de diversas ciudades en el mundo, Santiago pasó a liderar el ranking de Latinoamérica, por encima de ciudades como Buenos Aires o Montevideo. Sin embargo, ocupa el lugar 66 de 174 ciudades a nivel mundial según el reporte. Es decir que aún queda mucho camino por recorrer para convertirse en una verdadera Smart City.

En ese contexto el país ha apostado por fortalecer el desarrollo de ciudades sustentables y más eficientes, por lo que en 2015 el Gobierno inicia una campaña incentivando al sector público y privado para generar una hoja de ruta en miras al 2020 como primera instancia para alcanzar objetivos de transformación digital y desarrollo sustentable de las ciudades a través de las Tecnologías de la Información y Comunicación, generándose la Agenda Digital 2020 [13], estructurado en 5 ejes, Derecho, Conectividad, Gobierno, Economía y Competencias.

Uno de los objetivos de estos ejes, el de Economía Digital, es el de impulsar el crecimiento del sector TIC, para lo cual entre una de sus medidas está *Smart Cities: Pilotos de ciudades inteligentes para Chile* que indica: "Pilotos regionales que impulsen el emergente ecosistema público-privado de las ciudades inteligentes a través del empaquetamiento y la

transferencia de conocimiento resultante de los pilotajes. Estos incluirán la estandarización de requerimientos, procesos, servicios y soluciones. El primer piloto se llevará a cabo en la Región Metropolitana, e incluirá un foco en las materias y áreas priorizadas, con énfasis en la seguridad, movilidad y emergencias, entre otras. Al 2020 se estima que estarán funcionando al menos 5 ciudades con algún foco estratégico inteligente."

En este marco se impulsa luego en 2018, el "Plan Nacional Chile Territorio Inteligente", a través del Comité de Transformación Digital de CORFO, y junto con ello el "Plan Estratégico para impulsar Smart Cities en Chile"[24], que busca entre otras cosas, establecer una hoja de ruta y promover ecosistemas con soluciones en base tecnológica que abarquen áreas como movilidad, medio ambiente, seguridad entre otros, con el objetivo de que se encamine hacia ciudades más sustentables e innovadoras.

Factor Económico

Según datos del Banco Mundial, Chile tuvo un crecimiento en el 2018 del 4 % del PIB, es decir USD 298,231 mil millones. En lo que va de este año ha tenido una depreciación, es decir el 3.5 % del PIB. Según la misma entidad, se prevee un ligero decrecimiento al 2021 de hasta el 3 %. Pese a esto, Chile continua siendo uno de los países en Latinoamérica con mayor tasa de crecimiento macroeconómico.

Un aspecto importante a considerar es el valor del dolar con respecto a la moneda nacional, ya que muchos de los equipos y dispositivos a utilizar en los servicios inteligentes son importados. Según el Banco Central, en lo que va del año el dólar ha tenido un valor promedio de \$700, sin embargo en el último trimestre de 2019, el valor del dólar ha experimentado una subida considerable, o lo que también significa que el peso ha sufrido una devaluación, llegando a superar los \$800 pesos. Esto se debe a diversos factores como una bajada en el precio del cobre, la conmoción social del pasado mes de Octubre y factores internacionales. Bajo este escenario de inestabilidad en el precio del dólar complica un poco el panorama de las importaciones requeridas para la implementación de negocios y proyectos en torno a las Smart Cities.

Por otro lado, según un reporte del GSMA [35], se pronostica que para el 2025 habrán 1,3 mil millones de dispositivos conectados a Internet en América Latina, lo que representa un potencial mercado de USD 176 mil millones para el 2023 para el Internet de las Cosas, generando condiciones positivas para invertir en este mercado.

Factor Social

De acuerdo a los últimos datos del INE, la población en Chile supera los 19 millones de personas en 2019. Para el 2035 se proyecta que la población sobrepase los 21 millones de personas, de los cuales el 89,1 % vivirán en zonas urbanas.

Se estima que solo en la Región Metropolitana vivirán cerca de 9 millones de personas, lo cual es un factor relevante ya que ello implicaría que este incremento en la población va a requerir de una mayor demanda de recursos y consumo energético por lo que se hace necesario la implementación de proyectos que favorezcan el manejo eficiente de estos recursos y que sean sustentables.

Otro aspecto importante es que para el 2035, según el INE, habrá un incremento en la proporción de personas mayores a 65 años (18,9 %) con respecto a la de menores de 15 años (16,1 %) en relación a los datos del 2019 (11,8 % y 19,5 % respectivamente), es decir que la población irá envejeciendo más rápidamente. En este contexto, toma sentido que las soluciones IoT para Smart Cities estén enfocadas en buena parte a este segmento de la población, es decir en soluciones del área de salud principalmente.

Finalmente, dado que la tecnología ha ido evolucionando a pasos acelerados, gran parte de la población actual, y en mayor medida a futuro, no son ajenos al uso de dispositivos que se conectan a Internet, desde computadores, smartphones, tablets o "gadgets" como relojes o pulseras inteligentes, smart TVs, entre otros, lo que genera un ambiente favorable para la implementación de soluciones inteligentes que se integren en la interacción diaria de los ciudadanos con su entorno.

Factor Tecnológico

Parte esencial para proveer de servicios inteligentes, basados en las Tecnologías de la Información y Comunicación y en el Internet de las Cosas, es precisamente el acceso a Internet, por lo que es importante conocer cual es la situación de Chile en ese aspecto.

La Subtel en su último reporte estadístico, el cual corresponde al tercer trimestre de 2019 [21], indica que el acceso a Internet móvil, a través de la tecnología 3G y LTE se ha incrementado con respecto a 2018 en un 3,1 %. Esto representa un total de 18,5 millones de dispositivos (84,3 %), lo que a su vez denota un índice de penetración de 96,2 accesos por cada 100 habitantes, con un crecimiento anual de 1,1 p.p. De estos accesos, el 94,3 % se hicieron a través de smartphones, mientras que las conexiones Machine to Machine (M2M) representan el 2,3 %, con un crecimiento anual del 10,5 %.

En cuanto a la tecnología móvil, la Subtel también indica que las conexiones a través de LTE se han incrementado en un 15 %, lo que representa unos 16 millones de accesos, mientras que los correspondientes a 3G disminuyeron en un 37 % (2,7 millones), con tendencia a la baja. Esto significa que Chile está dando pasos importantes para la migración hacia nuevas tecnologías como el 5G y la potenciación del IoT. Tal es así que ya se han realizado las primeras pruebas de concepto y pilotos en la aplicación de la tecnología 5G, que se prevee empiece su implementación en el 2020 [20].

Como refuerzo, el Gobierno crea en 2018 el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, el cual inició sus operaciones en octubre del 2019 y se encargará entre otras cosas de asesorar en el diseño e implementación de políticas públicas y programas que permitan fomentar y fortalecer la ciencia, tecnología e innovación en el país. Sin embargo, el presupuesto para ciencia y tecnología de parte del Estado sigue siendo bajo con respecto al resto de países pertenecientes al OCDE. Actualmente se invierte alrededor del 0,38 % del PIB frente al promedio del 2,4 % de los países desarrollados, según datos de la OCDE. Se espera que la implementación del nuevo Ministerio genere el peso necesario para incrementar la inversión pública en la investigación y desarrollo científico y tecnológico para que el país no quede rezagado frente a los avances en estas áreas.

4.4.1.2. Análisis de Porter

El modelo de las cinco fuerzas de Porter (1979) permite analizar el micro-entorno, es decir las fuerzas que afectan la competitividad de una industria en particular. Estas fuerzas son: amenaza de nuevos entrantes, poder de los proveedores, poder de los clientes, rivalidad entre competidores y amenaza de sustitutos.

Amenazas de nuevos entrantes

Si bien no hay muchas barreras de entrada para que un nuevo competidor ingrese en la industria de las TICs, el sector dedicado a las ciudades inteligentes si tiene algunas barreras adicionales a considerar. Por ejemplo, los proyectos relacionados a las Smart Cities normalmente requieren de un gran despliegue e instalación de dispositivos y gestión de recursos, lo que implica considerables montos de inversión, que por lo general empresas pequeñas no están en condiciones de asumir.

Incluso si el financiamiento de estos proyectos vinieran de la parte pública, se requiere también de que las empresas que presten estos servicios ya tengan una marcada experiencia, un fuerte conocimiento especializado en las nuevas tecnologías y el *know-how* para la implementación de grandes proyectos, por lo que nuevamente las empresas pequeñas o nuevas están en desventaja.

Sin embargo estas barreras se reducen si el nuevo entrante, sea una empresa local o del exterior, ya cuenta con todos estos requerimientos. En cualquiera de los casos, dado que se trata de tecnologías emergentes, no están dadas las condiciones para que surjan muchos competidores.

Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores de dispositivos como sensores y concentradores, o las luminarias LED por ejemplo, suelen tener un poder bajo, ya que existen varios fabricantes en el mercado que pueden suplir estas necesidades, y por lo general se requiere un gran número de estos dispositivos por lo que las empresas se apoyan en las economías de escala para abaratar sus costos de producción.

Por otro lado los proveedores del software necesario para gestionar los sensores y procesar la información proveniente de estos, tienen un poder medio alto ya que se requiere de software especializado y en muchos casos personalizado de acuerdo a las necesidades del cliente por lo que se vuelve un como más complicado el cambiar de proveedor y mantener las características deseadas.

En cuanto a los proveedores de telecomunicaciones, necesarios para interconectar a través de Internet los dispositivos con los servidores de procesamiento de datos también tienen un poder medio alto, ya que no existen muchos competidores en el mercado, y no todos tienen la capacidad operativa, tecnológica o de cobertura para la conexión masiva de dispositivos.

De lo anotado anteriormente, se puede observar que una de las mayores dificultades para implementar servicios para ciudades inteligentes es que se depende de varios proveedores, y se vuelve complejo integrar cada una de las componentes porque no se manejan esquemas

estandarizados o con protocolos abiertos.

Poder de negociación de los clientes

Los tipos de clientes van a depender del ámbito de las ciudades inteligentes en las cuales se vaya a desarrollar el proyecto o negocio, tales como movilidad, medio ambiente, gobernanza, economía, ciudadanía y calidad de vida.

Por lo general son las municipalidades las principales interesadas en la implementación de los servicios inteligentes, ya que ellas están encargadas de la administración de la ciudad o comuna como en el caso de Chile. Por ejemplo, en los casos particulares que se analizan en este trabajo de tesis como son el alumbrado público y estacionamiento inteligentes, que a su vez forman parte de los ámbitos de medio ambiente y movilidad respectivamente, el poder que tiene la municipalidad es alto, ya que ellos definen las condiciones y las bases técnicas y administrativas a través de licitaciones públicas a las cuales deben sujetarse las empresas que quieran prestar esos servicios.

Otro aspecto a considerar, tomando solamente a la Región Metropolitana como referencia, es que no todas las comunas cuentan con los recursos y la infraestructura para implementar estas tecnologías y servicios, por lo que el número de clientes se reduce y las empresas de alguna manera están presionadas a mantener siempre un servicio de calidad para no perder la relación con estos clientes.

Rivalidad entre competidores existentes

Dado que las condiciones y bases del servicio por lo general las propone la municipalidad contratante, la rivalidad entre las empresas competidoras o participantes está dada principalmente por la propuesta económica que esta presente a la municipalidad. Es decir, en el caso del alumbrado público inteligente, se van a diferenciar los competidores en la calidad y el precio de las luminarias, sensores y concentradores que van a utilizar, los servicios adicionales de monitoreo y mantenimiento que van a realizar al sistema, la flexibilidad y simplicidad de operación del software a utilizar, entre otros.

También influyen otros factores como la experiencia y el capital o presupuesto que manejan las empresas participantes para la ejecución de grandes proyectos. Esto supone una desventaja para los pequeños competidores.

Amenazas de servicios sustitutos

Los sustitutos naturales de los servicios inteligentes son aquellos servicios tradicionales a los cuales se reemplazaría con las nuevas tecnologías en los casos que corresponda. Por ejemplo en el caso de alumbrado público inteligente, su sustituto sería el alumbrado público tradicional, sin recambio de luminarias a LED ni telegestión de las mismas, tan solo el servicio de mantenimiento de las luminarias con la tecnología actual.

Otro ejemplo es el de estacionamiento inteligente, su sustituto es el estacionamiento tradicional, sin sensorización ni telegestión de dispositivos con lo cual si bien no se incurriría en altos costos de inversión, tampoco se podría aprovechar las ventajas que este sistema le daría a la comuna.

4.4.1.3. Análisis DAFO

Esta herramienta permite establecer las Debilidades y Fortalezas a través del análisis de factores internos de la empresa, y las Amenazas y Oportunidades mediante el análisis de factores externos. En la Tabla 4.23 se presenta los resultados de la matriz DAFO.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">- Soluciones complejas- Costos elevados de inversión- Falta de experiencia en implementación de proyectos grandes	<ul style="list-style-type: none">- Ciberseguridad- Privacidad- Legislación poco clara y excesiva regulación- Falta de estandarización de normativas y protocolos de comunicación- Falta de fuentes de financiamiento
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">- Personal calificado y especializado- Soluciones personalizadas- Gestión eficiente de recursos	<ul style="list-style-type: none">- Mercado creciente- Apoyo estatal para el desarrollo del sector- Diversidad de modelos de negocio- Mejorar calidad de vida

Tabla 4.23: Matriz DAFO - Elaboración propia

4.4.2. Análisis de Mercado

En esta sección se analiza las características principales del mercado potencial para la ejecución de proyectos y servicios de smart cities.

4.4.2.1. Identificación del cliente

El concepto de Smart City lo que busca entre otras cosas es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y la gestión más eficiente de los recursos de una ciudad o área territorial. En ese contexto, el principal interesado en llevar a cabo proyectos o dotar de servicios inteligentes a sus habitantes son las municipalidades.

Este trabajo está centrado en la Región Metropolitana por lo que a continuación se presenta una clasificación de las comunas de esta región por cantidad de presupuesto anual y por número de habitantes en cada comuna.

La Subsecretaria de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) clasifica las comunas del país en cinco tipos, según sus niveles de urbanización y desarrollo, las cuales son:

- Grupo 1 - Grandes comunas metropolitanas con alto y/o medio desarrollo
- Grupo 2 - Comunas mayores con desarrollo medio
- Grupo 3 - Comunas urbanas medianas con desarrollo medio
- Grupo 4 - Comunas semiurbanas y rurales con desarrollo medio

- Grupo 5 - Comunas semiurbanas y rurales con bajo desarrollo

En este trabajo se abordan solamente las comunas urbanas, es decir aquellas que perteneces a los grupos 1, 2 y 3.

Presupuesto municipal anual

La Fundación Observatorio Fiscal en su portal web [27] ha recopilado información de los ingresos municipales, los cuales provienen de los datos otorgados por la Contraloría General de la República y que corresponden a los recursos presupuestados para el 2019. La información del número de habitantes corresponden al último censo del 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística.

Estos datos incluyen las fuentes de financiamiento propias de cada municipio como los cobros de patentes, impuesto territorial, permisos de circulación de la comuna, multas cobradas, entre otros. Estos valores incluyen además la redistribución de ingresos que se realizan hacia el Fondo Común. Se excluyen los ingresos de salud y educación municipal.

A continuación se presenta los valores para cada comuna clasificados según su tipo y ordenadas de mayor a menor según sus ingresos:

Municipio	Ingreso [\$]	Número de habitantes
Colina	35.774.500.000	146.207
Lampa	28.852.870.000	102.034
Buín	14.378.325.000	96.614
Peñaflor	13.351.213.000	90.201
Talagante	12.217.420.000	74.237
Padre Hurtado	8.993.036.000	63.250
Pirque	6.733.707.000	26.521

Tabla 4.26: Ingresos municipales - Comunas mayores con desarrollo medio

Municipio	Ingreso [\$]	Número de habitantes
El Monte	5.712.500.000	35.923

Tabla 4.27: Ingresos municipales - Comunas urbanas medianas con desarrollo medio

Municipio	Ingreso [\$]	Número de habitantes
Las Condes	220.420.950.000	294.838
Santiago	117.597.002.000	404.495
Maipú	112.846.297.000	521.627
Providencia	82.265.135.000	142.079
Lo Barnechea	78.951.994.000	105.833
Puente Alto	78.047.070.000	568.106
Vitacura	64.623.000.000	85.384
Pudahuel	63.125.056.000	230.293
La Florida	60.492.871.000	366.916
Ñuñoa	49.584.242.000	208.237
San Bernardo	48.840.190.000	301.313
Peñalolen	46.566.333.000	241.599
Quilicura	42.496.800.000	210.410
Recoleta	33.691.329.000	157.851
Huechuraba	33.168.000.000	98.671
La Reina	29.624.996.000	92.787
La Pintana	28.001.778.000	177.335
Estación Central	27.754.059.000	147.041
El Bosque	24.516.434.000	162.505
Renca	23.712.865.000	147.151
Conchalí	20.735.910.000	126.955
San Miguel	19.668.313.000	107.954
Cerrillos	19.598.437.000	80.832
Macul	18.836.600.000	116.534
Cerro Navia	18.408.481.000	132.622
Quinta Normal	18.399.602.000	110.026
Independencia	18.181.618.000	100.281
San Joaquín	17.876.360.000	94.492
La Granja	17.403.615.000	116.571
Lo Prado	15.833.174.000	96.249
Lo Espejo	15.829.941.000	98.804
Pedro Aguirre Cerda	13.651.883.000	101.174
La Cisterna	13.637.240.000	90.119
San Ramon	12.864.963.000	82.900

Tabla 4.25: Ingresos municipales - Grandes comunas metropolitanas con alto o medio desarrollo

De las tablas indicadas anteriormente podemos observar que las comunas que más ingresos reciben son las que están en el Grupo 1, sobretodo las del sector oriente como Las Condes, Vitacura, Lo Barnechea, Providencia, es decir las que tienen un desarrollo medio o alto, sin embargo no necesariamente son las que mayor población tienen. Esto afecta el ingreso por persona, sobretodo en las comunas de mayor población como Puente Alto o Maipú, cuyo presupuesto se ve disminuido.

Estas cifras indican una desventaja para algunos municipios que por si mismos no cuentan con los recursos suficientes para poder desarrollar e implementar proyectos relacionados con las smart cities, siendo necesario en muchos casos el financiamiento de terceros.

4.4.2.2. Identificación de necesidades

A nivel mundial se están implementando soluciones de smart cities de toda índole pero sobretodo aquellas soluciones que tienen como objetivo el mejorar la calidad de vida y convertir a las ciudades en más sustentables y amigables con el medio ambiente, a propósito de los esfuerzos de los organismos y países por reducir los elevados índices de contaminación.

Santiago, como gran parte de las grandes ciudades en el mundo, adolecen de algunos problemas en común para lo cual se busca una solución. Entre ellas están

Contaminación

Chile tiene un serio problema de contaminación, lo que se refleja en una mala calidad del aire y esto trae repercusiones negativas para la salud de los ciudadanos. Tal es así que varias veces al año se debe decretar estado de emergencia por alerta ambiental. Las principales fuentes contaminantes provienen de los medios de transporte, las industrias y la calefacción de viviendas.

Para tratar de contrarestar un poco los efectos de la contaminación, el gobierno de Chile ha apostado por la implementación de las energías alternativas, renovables y no contaminantes. En ese sentido, en alianza con la empresa Enel se han incorporado cerca de 200 buses eléctricos al sistema de transporte público de la Región Metropolitana. A futuro se espera incentivar a que el transporte privado también tome como alternativa los vehículos eléctricos para lo que se requeriría de la implementación de sistemas de carga eléctrica (electrolineras) en diferentes puntos de la ciudad, es decir un servicio que forma parte de las smart cities.

Otro aspecto que ha tomado relevancia en los últimos años es el recambio de luminarias públicas por tecnologías más eficientes, en este caso por tecnología LED, que entre otros beneficios, ayuda también a reducir la contaminación energética y lumínica. En este trabajo de tesis se analiza el alumbrado público inteligente como uno de los servicios de una smart city y como infraestructura habilitante para otros servicios. Su modelo de negocio está en el punto 4.1.1.

Transporte

Otro de los problemas en las ciudades grandes es el de transporte público y privado, que debido al aumento de la población, generalmente lo hace también el parque automotor, lo

que lleva en muchos casos a la congestión vehicular, generando malestar en conductores, transeúntes y también aportando al aumento de contaminación ambiental y por ruido.

En algunas ciudades se ha tratado de incentivar el uso de transporte alternativo como bicicletas, para lo cual se construye la infraestructura necesaria para dar mayor seguridad a los usuarios de este medio de transporte. O también el incremento y mejoramiento del sistema de transporte público como buses eléctricos o la construcción de más líneas de metro en el caso de Santiago. Sin embargo la población muchas veces opta por el transporte privado.

En algunas ciudades se han implementado sistemas como semáforos inteligentes, que operan de acuerdo a la cantidad de vehículos presentes en la vía de tal forma que el flujo vehicular sea un poco más dinámico y evitar las congestiones, sobretodo en horas punta. En este trabajo de tesis se analiza un sistema de estacionamiento inteligente, cuyo modelo de negocio está en el punto 4.1.2, que entre otros beneficios, ayuda a disminuir la congestión vehicular y la contaminación derivada de este, que se produce al recorrer una zona en busca de un lugar disponible.

Seguridad

La seguridad es uno de los aspectos más relevantes para los ciudadanos, independientemente de que sean ciudades grandes o pequeñas.

Sistemas como el alumbrado público inteligente, ayudan a incrementar la percepción de seguridad, al mejorar la iluminación del sector. Otros sistemas como el de videovigilancia también ayudan a disminuir índices de inseguridad, al estar constantemente registrando actividades que pudieran resultar sospechosas y alertar de inmediato a los organismos de seguridad.

4.4.3. Plan de Operaciones

El plan operativo consiste en definir el proceso a seguir para llevar a cabo el servicio o propuesta de valor que se va a dar al cliente. Dado que el plan puede variar en algunos detalles de acuerdo al tipo de servicio que se oferta, en este trabajo de tesis se dan los lineamientos generales que sirven como guía para la prestación de servicios de una Smart City. En la figura 4.6 se observan las etapas generales del proceso.



Figura 4.6: Etapas del plan de operaciones. Elaboración propia

4.4.3.1. Adjudicación de contratos

El primer proceso para participar en un proyecto de Smart Cities, sobretodo relacionado con el gobierno local, es la postulación a los concursos públicos para la adjudicación de

licitaciones. Las bases técnicas y administrativas las pone la entidad ofertante por lo que una de las primeras actividades es elaborar la propuesta técnica y económica de acuerdo a las bases publicadas.

Para ofrecer una propuesta competitiva es necesario realizar primero un levantamiento de información acerca de las características técnicas y de ser necesario realizar una inspección física de la zona en la que será implementado el servicio y el estado actual de la infraestructura existente.

Una vez que se tiene la información necesaria viene la etapa de diseño de la propuesta, dimensionando el número de equipos y características operativas de los mismos, las cuales deben estar apegados a lo que indican las bases del concurso.

4.4.3.2. Adquisiciones

Una vez adjudicada la licitación, inicia la etapa de adquisición de equipos y dispositivos necesarios de acuerdo al servicio que se va a dar, por ejemplo la adquisición de luminarias inteligentes, sensores para dimmerización, sensores para estacionamiento, cámaras smart para videovigilancia, concentradores, software de telegestión, entre otros.

Para ello se recurre a proveedores locales, o en el caso de requerir grandes volúmenes de dispositivos se puede optar por iniciar el proceso de importación directa a fabricantes para disminuir costos, apoyándose en las economías de escala. En cualquiera de los casos se debe prever un tiempo considerable para la adquisición de los equipos en caso de eventualidades no contempladas. Se debe considerar además la adquisición de equipamiento adicional como repuesto y tener el espacio disponible para su almacenaje.

4.4.3.3. Implementación

Con los equipos y dispositivos disponibles, inicia la etapa de implementación. Las acciones a ejecutar, equipos y materiales a utilizar y el personal técnico que llevará a cabo las tareas de implementación van a depender del servicio que se va a ofrecer.

Así por ejemplo para el servicio de alumbrado público inteligente, se requiere de que la cuadrilla de técnicos reemplacen las luminarias de los postes e instalen los sensores para dimmerización que permitan variar la intensidad de las luminarias. Por otro lado, los técnicos especializados se encargarán de la instalación y configuración de los concentradores para recibir la información de los sensores, la red de comunicación y la habilitación del centro de telegestión.

Para el servicio de estacionamiento inteligente en cambio se requiere de la instalación de sensores sobre la calzada de las plazas de estacionamiento a tarifar, instalación de tótems de pago en cada calle y configuración de los terminales de venta (POS). Para este servicio se requiere igualmente la configuración de concentradores, la red de comunicaciones y la habilitación del sistema de telegestión de sensores.

Dependiendo del servicio, se podría optar por compartir la infraestructura habilitante y lograr con ello la integración de múltiples servicios desde una misma plataforma.

4.4.3.4. Mantenimiento

Una vez terminada la implementación, inicia la etapa de mantenimiento por el tiempo que fue determinado en el contrato, dependiendo del servicio este varía de duración, así por ejemplo para el servicio de estacionamiento inteligente, el tiempo que dura la concesión normalmente es de 3 a 4 años, mientras que para el servicio de iluminación inteligente, los contratos se suelen hacer por 10 años plazo.

Dentro de ese tiempo se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios implementados. También se debe realizar el control y monitoreo de los dispositivos como luminarias o los sensores de estacionamiento de forma constante y generar reportes periódicos sobre el estado de dispositivos, el consumo energético entre otros parámetros.

4.4.4. Plan Económico y Financiero

El plan económico consiste en la evaluación de la factibilidad económica que presenta un negocio a través de algunos indicadores financieros. Los resultados obtenidos en la evaluación nos dan la pauta para saber si un negocio o proyecto es rentable en el tiempo y si es conveniente o no llevar a cabo el negocio.

En este trabajo de tesis se evalúan dos modelos de negocio: alumbrado público inteligente y estacionamiento inteligente. En el punto 4.2 de este trabajo se encuentra el análisis de los casos de negocio respectivos, y en el Anexo B el detalle de los cálculos realizados.

Capítulo 5

Discusión

En este capítulo se discute los resultados obtenidos en base a la información presentada y la metodología utilizada para el análisis de modelos y casos de negocio de servicios inteligentes en base a una infraestructura pública de luminarias inteligentes.

5.1. Casos de éxito

No son pocos los casos de éxito que se han implementado en otros países, sobretodo los relacionados al alumbrado público inteligente, ya que este servicio es considerado como la plataforma habilitante para la prestación de otros servicios inteligentes. Sin embargo, la información relacionada a los mismos no es muy detallada, por lo que se dificulta obtener un esquema claro, en especial a los costos relacionados para poderlo implementar en otros lugares.

Esta es una de las principales barreras y obstáculos a los que se enfrentan los municipios y otros interesados, ya que al no contar con toda la información de forma clara, es más difícil que se arriesguen a invertir grandes sumas de dinero sobre modelos de negocio que no están muy claros. Los modelos y casos de negocio desarrollados en esta tesis buscan despejar algunas de esas dudas y presentar un esquema que pueda ser utilizado para analizar diferentes servicios en relación a las Smart Cities.

5.2. Modelos de negocio

El desarrollo de los modelos de negocio planteados en esta tesis se realizó utilizando la metodología propuesta por Alexander Osterwalder, que describe dentro de un esquema de nueve bloques la forma de cómo un organismo crea, desarrolla y captura valor.

Se analizaron para este trabajo dos modelos de negocios: alumbrado público inteligente y estacionamiento inteligente. Para ello se tomó como referencia fuentes de información en Internet, sitios web de fabricantes, empresas relacionadas y principalmente las bases técnicas y administrativas para postulación de licitaciones que se encuentran en el portal web de Mercado Público referentes a estos servicios.

5.2.1. Alumbrado público inteligente

Para el análisis del servicio de alumbrado público inteligente se considero una infraestructura base dividida en tres partes que consiste en las luminarias inteligentes, los gateways o concentradores a donde se conectarán los sensores de las luminarias y el centro de telegestión.

El enfoque utilizado para la elaboración del CANVAS es desde el punto de vista de un operador, es decir el que va a prestar el servicio al cliente que en este caso son las municipalidades. Se analizó este servicio ya que este representa la línea base o infraestructura habilitante para otros servicios Smart City debido a que presenta ventajas frente a otras infraestructuras habilitantes como la ubicuidad, es decir los postes de luminarias se encuentran por toda la ciudad, y también el acceso a la red eléctrica para el suministro de energía a los diferentes elementos como sensores y concentradores.

Dentro del desarrollo de este modelo se presenta un análisis alternativo desde la perspectiva de una empresa ESCO, bajo la modalidad de ahorros compartidos, tomando en cuenta que bajo este enfoque, el flujo de ingresos proviene solamente de un porcentaje de los ahorros generados por concepto de consumo eléctrico.

La alternativa ESCO se ha utilizado con frecuencia en otros países para ejecutar proyectos de recambio de luminarias por tecnología LED, sin embargo su aplicación y los beneficios adherentes a esta modalidad no han sido aplicados de forma masiva debido a diferentes barreras como el desconocimiento de su funcionamiento, en especial de entidades del sector público, dificultades burocráticas en la elaboración de contratos (EPC) y falta de fuentes y facilidades de financiamiento externo para las ESCOs.

5.2.2. Estacionamiento inteligente

Para el servicio de estacionamiento inteligente se consideró además de la infraestructura base del modelo de luminarias, un componente adicional que son los sensores de estacionamiento, los cuales advierten la presencia de un vehículo dentro de la plaza de estacionamiento.

Una característica adicional con este segundo modelo, es que los clientes o beneficiarios ya no son solamente las municipalidades, que son quienes apalancan el proyecto inicialmente, si no que también entran en juego los conductores, que son quienes finalmente harán uso directo del sistema.

Si bien estos servicios tienen características propias de cada uno, de acuerdo a los CANVAS obtenidos en las Figuras 6.1 y 6.3 se pueden observar que comparten algunas características como la telegestión de dispositivos, estructura de costos y recursos claves e incluso algunos de los asociaciones claves como organismos de control y proveedores. Se evidencia también que ambos servicios buscan aportar a la disminución de la huella de carbono y a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, que son algunos de los objetivos que se buscan al implementar servicios de Smart Cities.

5.3. Casos de negocio

Para el análisis de los casos de negocio de los modelos descritos en la sección anterior, se utilizó información obtenida de Internet, en sitios web de fabricantes, empresas relacionadas y licitaciones en el portal web de Mercado Público. Cabe mencionar que los valores utilizados para los cálculos son aproximaciones de los valores consultados ya que no se encontró mucha información al respecto, por lo que este trabajo no está enfocado en la implementación práctica de los servicios analizados y debe considerarse como una guía base de los elementos a considerar para la implementación de diferentes servicios para Smart Cities. Se analizaron los casos asumiendo que el financiamiento proviene de capital propio.

5.3.1. Alumbrado público inteligente

Para el servicio de alumbrado público inteligente se analizaron tres casos: Sin recambio de luminarias ni sensorización (caso base), con recambio de luminarias a LED y telegestión, y recambio de luminarias LED y telegestión en modalidad ESCO.

En el primer caso, que contempla solamente el mantenimiento de luminarias con tecnología actual (sodio), se obtiene un VAN de aproximadamente \$18 millones de pesos y una TIR del 21 %, con una rentabilidad de cerca del 100 % luego de los 10 años que dura el periodo de evaluación. Se espera una recuperación del capital al quinto año de operación.

En el segundo caso, ya se plantea la implementación de la sensorización y telegestión de luminarias. Los ingresos provienen principalmente del servicio de mantenimiento de las luminarias y la plataforma de telegestión. El valor resultante del VAN es de cerca de \$560 millones de pesos y TIR del 18 %, con una recuperación del capital a 5 años de iniciado el proyecto y una rentabilidad del 38 %. Esto se debe principalmente a los elevados costos de inversión inicial, siendo la adquisición de dispositivos, sensores y otros equipos el principal rubro de inversión.

De acuerdo al análisis de sensibilidad, el negocio se mantiene rentable para los valores estimados en un escenario realista y optimista, pero se corre el riesgo de obtener valores muy bajos o negativos del VAN si el precio de las luminarias suben un 20 %, junto con un aumento en la tasa de descuento aplicada.

Se estima que el cambio de tecnología a LED por sí solo genera un ahorro energético del 47 % aproximadamente, pudiendo incrementar este valor disminuyendo la potencia de las luminarias o apagándolas cuando no se encuentran circulando transeúntes por la zona, llegando hasta un 60 % de ahorro.

En el tercer caso se analizó la modalidad ESCO de ahorros compartidos, para ello se cambió principalmente la fuente de ingresos con respecto del caso anterior, es decir se asumió que un 90 % de los ahorros generados por consumo eléctrico irían para la empresa ESCO mientras que el 10 % restante queda para la municipalidad contratante, esto para tratar de recuperar en menor tiempo la inversión. De los valores obtenidos, el VAN resulta negativo dentro de los 10 años del horizonte de evaluación. Esto se da principalmente a que debido a los elevados costos de inversión, los ingresos limitados solamente al porcentaje de ahorros no resulta suficiente para recuperar el capital en corto o mediano plazo. Una alternativa sería

disminuir los costos de inversión apoyándose en las economías de escala para la adquisición de dispositivos o cobrar un monto adicional a la municipalidad por prestación de servicios.

En la Tabla 5.1 se puede observar una comparación de los tres casos desarrollados.

	Inversión	VAN	TIR	Payback [años]	ROI
Caso 1 - Sin recambio ni sensorización	\$ 19.432.000	\$ 17.005.869	20 %	5	88 %
Caso 2 - Con sensorización y telegestión	\$1.565.017.590	\$ 485.947.623	17 %	5	31 %
Caso 3 - ESCO	\$1.559.402.700	\$-1.168.093.363	-13 %	+10	-75 %

Tabla 5.1: Indicadores de evaluación para los diferentes casos - Alumbrado público inteligente

De esta tabla se puede observar que en el caso 2, pese a tener que realizar fuertes sumas de inversión, el negocio igual resulta rentable en el tiempo para el operador, sin embargo, para el caso analizado, y en concordancia con licitaciones consultadas, parte de los costos de inversión recaen sobre la municipalidad, siendo esto una importante limitante para la participación de municipios medianos o pequeños que no cuentan con el presupuesto necesario.

Para el caso 3, que corresponde al análisis de acuerdo a un modelo ESCO, no resulta rentable dentro del tiempo de evaluación, esto debido sobretudo a que los ingresos para el operador están limitados solamente a un porcentaje de los ahorros generados por consumo eléctrico, no siendo suficiente para cubrir los costos de inversión en el mediano plazo.

5.3.2. Estacionamiento inteligente

Para este servicio se desarrollaron dos casos: estacionamiento tradicional (caso base) y estacionamiento sensorizado.

En el primer caso, se contempla la operación y control presencial de las zonas de estacionamiento. De acuerdo a los resultados, el VAN resultante se acerca a los \$800 millones de pesos, con una TIR del 46 % y una rentabilidad del 222 % con recuperación del capital al tercer año de funcionamiento. Esto se debe a que los costos de inversión son mínimos con relación a los ingresos, los cuales se derivan del cobro por minuto de ocupación de la plaza de estacionamiento.

En el segundo caso, se plantea la sensorización de las plazas de estacionamiento, junto con su monitoreo y control desde un centro de telegestión. La fuente de ingresos se mantiene con respecto al caso anterior, no así los costos de inversión que son elevados por la adquisición de sensores y dispositivos principalmente. El VAN resultante para este caso es de aproximadamente \$500 millones de pesos con una TIR del 22 % y una rentabilidad del 50 % con una recuperación del capital al cuarto año de operación.

Según el análisis de sensibilidad, este negocio pierde rentabilidad en un escenario negativo en el cual disminuyan un 10 % tanto las plazas de estacionamiento como la tarifa por minuto que se cobra a los usuarios.

En la tabla 5.2 se observa una comparativa de los indicadores obtenidos para los diferentes casos.

De la tabla se observa que para el primer caso, la rentabilidad resulta atractiva ya que

	Inversión	VAN	TIR	Payback [años]	ROI
Caso 1 - Estacionamiento tradicional	\$ 378.542.850	\$ 839.307.692	46 %	3	222 %
Caso 2 - Sensorización de estacionamientos	\$998.466.247	\$ 503.147.128	17 %	4	50 %

Tabla 5.2: Indicadores de evaluación para los diferentes casos - Estacionamiento inteligente

la inversión que se hace principalmente corresponde al personal necesario para llevar a cabo el negocio, sobretodo los operadores, y cuyos ingresos se derivan del cobro de una tarifa por minuto a los usuarios.

Para el segundo caso, si bien disminuye la rentabilidad percibida, esta se mantienen en valores atractivos, tomando en cuenta que los costos de inversión se incrementan para la implementación de nuevas tecnologías. También hay que considerar que este caso fue analizado bajo el supuesto de que ya se cuenta con la infraestructura habilitante, que en este caso es un centro de telegestión y los concentradores hacia los cuales se conectarían los sensores de estacionamiento.

5.4. Plan de negocio

Para el plan de negocio se planteó los lineamientos base para la prestación de servicios de Smart Cities, sin embargo no fueron considerados todos los elementos de un plan de negocio tradicional ya que algunos de ellos no eran aplicables para el análisis.

El análisis del entorno realizado da cuenta de los elementos más relevantes internos y externos que afectan al momento de establecer un negocio en torno a las Tecnologías de la Información y Comunicación con enfoque en las Smart Cities. Uno de estos aspectos es el factor político, ya que este tipo de servicios van apalancados directamente por iniciativas y estrategias del sector público. Esto puede representar una ventaja y desventaja a la vez, ya que por un lado se cuenta con apoyo para la implementación de grandes proyectos, pero a la vez, por las mismas barreras del sector público como burocracia o desconocimiento impiden una implementación más rápida de estos servicios.

El mercado actual y futuro cercano de las TICs e IoT tiene cifras alentadoras para invertir en él, por ello es importante estar a la par de los avances tecnológicos que ya se están implementando en otras ciudades del mundo con casos de éxito. En el caso particular de Chile, se prevee que para el 2020 se inicien ya las pruebas de implementación de la tecnología 5G, que promete grandes avances y beneficios económicos sociales y tecnológicos.

Otro aspecto relevante a considerar es que en los próximos años la población seguirá creciendo, y más aun en la zona urbana por lo que es imperativo que se empiece desde ya la implementación de servicios inteligentes que ayuden a disminuir la pesada carga de la huella de carbono y promover la gestión más eficiente de recursos a fin de conseguir una mejor calidad de vida para los ciudadanos y el desarrollo de las ciudades.

Sin embargo, pese a que estas nuevas tecnologías prometen grandes beneficios económicos, sociales y ambientales, existen otras barreras para su amplio despliegue. Una de ellas tiene que ver con la resistencia al cambio que presentan personas y entidades y el temor a la posible pérdida de privacidad que acarrea este tipo de tecnologías. No es un factor menor

puesto que tampoco existe actualmente una normativa legal o al menos actualizada que vele por la protección de los datos y el alcance en la recopilación de los mismos. Es una inquietud que todavía se sigue discutiendo ampliamente.

En este trabajo se analiza concretamente el sector de los gobiernos locales, es decir las municipalidades como potenciales clientes, por lo que son estas, a través de estrategias públicas a nivel país, las principales interesadas en la implementación de servicios inteligentes que ayuden a generar ahorros energéticos y sus costos relacionados, y por otro lado mejorar la calidad de vida de sus comunas. Se delimitó el análisis solamente a las comunas urbanas con desarrollo medio y alto de la Región Metropolitana debido a que son estas las que tienen mayor posibilidad de llevar a cabo la ejecución de estos proyectos que implican por lo general altos costos de inversión.

No se considera un plan de Marketing puesto que por lo general, y para el análisis de este trabajo, son los municipios los que ponen las condiciones del servicio que requieren y son las empresas ofertantes las que deben adaptarse a esos lineamientos. Sin embargo, dentro del análisis de los modelos de negocio se considera parte de este plan, especialmente en el bloque de Canales y Relaciones con clientes.

Tampoco se consideró el plan de Recursos Humanos ya que este trabajo se centra en el análisis de servicios Smart City que se pudieran ofrecer en base a una infraestructura de luminarias inteligentes sin profundizar en la conformación de la empresa como tal. Adicionalmente al tratarse del análisis de diferentes servicios, el personal requerido va a ser distinto para cada caso.

Capítulo 6

Conclusiones

El concepto de Smart City abarca un abanico de definiciones y enfoques, que van desde el plano tecnológico, social, legal, económico hasta político, pero el concepto que más se relaciona hoy en día es el que tiene que ver con la sustentabilidad y el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

En un mundo donde la población sigue creciendo, y con ella los problemas que acarrearán las grandes ciudades, es inevitable sumarse a los esfuerzos que han iniciado muchos países por tratar de disminuir los impactos negativos en el medio ambiente. Es aquí donde toman un rol relevante las políticas públicas sobre prevención y mitigación de estos impactos para convertir a las ciudades en sustentables y eficientes.

En la era actual, donde la digitalización está ganando cada vez más terreno, sobretodo de la mano de las Tecnologías de Información y Comunicación y el IoT, toma especial relevancia que los gobiernos nacionales y locales hayan tomado iniciativas de implementación de servicios inteligentes que ayuden a conseguir los objetivos de sustentabilidad, eficiencia en el manejo de recursos y en el mejoramiento de la calidad de vida.

En este trabajo de tesis se realiza un proceso de investigación, análisis y desarrollo de modelos, casos y plan de negocio para servicios de una Smart City en base a una red pública de luminarias inteligentes, el cual puede ser utilizado como una guía base para la implementación de otros servicios semejantes, dando también cumplimiento al objetivo general de este trabajo.

También se da cumplimiento del primer objetivo específico en el Capítulo 2, al establecer el estado del arte de modelos de negocio de servicios de Smart Cities alrededor del mundo, para ello se realiza una investigación de diversas fuentes oficiales como papers y publicaciones en bases de datos académicas y recursos web de organismos oficiales.

Dentro del mismo Capítulo 2 también se cumple con el segundo objetivo específico, definiendo algunos aspectos regulatorios y normativos más relevantes que están vigentes o en proceso de elaboración sobre las tecnologías y elementos asociados a las ciudades inteligentes.

Entre los aspectos más relevantes de este trabajo de tesis está el desarrollo de modelos, casos y plan de negocio de servicios inteligentes. Estos objetivos se cumplen concretamen-

te aplicando las metodologías indicadas en el capítulo 3 para el desarrollo del servicio de alumbrado público inteligente, que es parte de la infraestructura habilitante, y el servicio de estacionamiento inteligente, apoyado en el servicio anterior.

Con la elaboración de este trabajo se ha podido constatar que al menos en los casos analizados, existe factibilidad técnica y económica para llevar a cabo su implementación, ya que resulta en valores positivos de rentabilidad, que para el caso de alumbrado público inteligente se tiene un VAN de \$485.947.623, TIR del 17 % y un ROI del 31 %; y para el caso de estacionamiento inteligente el VAN es de \$503.147.128, TIR del 17 % y ROI del 50 %. Sin embargo, de lo investigado, en la práctica es más complicado ejecutar proyectos de este tipo debido a las barreras existentes en el mismo sector público, como trámites burocráticos o desconocimiento del tema que llevan a publicar bases técnicas y administrativas para licitaciones que no están bien fundamentadas y el proceso debe repetirse en algunos casos.

De estos dos casos analizados se observa que hay costos semejantes, sobretodo en la inversión, relacionados con la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación como el centro de telegestión y concentradores o gateways. Un factor relevante a considerar es la posibilidad de compartir infraestructura y plataformas de telegestión para abaratar costos de implementación de futuros servicios inteligentes. Generalmente la primera y mayor inversión se la realiza sobre el modelo de luminarias inteligentes y otros servicios podrían sacar ventaja de esta infraestructura. Como se observa en el caso del Smart Parking, resulta en un negocio rentable por lo que justificaría en el mediano y largo plazo el cambio de tecnologías.

Otro factor no menor para no poder implementar en un mayor número de municipios es la desigualdad existente entre ellos en cuanto a la disposición de recursos económicos para su implementación. En ese sentido es necesario que se generen estrategias desde el sector público para equiparar estas desigualdades y más municipios puedan beneficiarse de las nuevas tecnologías.

Trabajo futuro

Tomando como base el trabajo realizado, se puede extender su análisis a varios servicios que se apalancan en una red pública de luminarias inteligentes dentro de los diferentes ámbitos de una Smart City, algunos de los cuales son el Smart Metering (medición de servicios públicos como luz y agua), videovigilancia, medición de parámetros ambientales, red de carga para vehículos eléctricos, detección de patentes, supervisión de tráfico vehicular, control y gestión de residuos, entre otros.

Sería interesante también adaptar el análisis y desarrollo, en especial de los casos de negocio, a las tecnologías emergentes como el 5G, ya que indudablemente van a dar paso a más y novedosos modelos de negocios, así como los costos relacionados a estas tecnologías.

Bibliografía

- [1] J. Aguilera. *Plan de negocios para la prestación de servicios de perfeccionamiento profesional, asesorías e implementación de proyectos de telefonía IP*. Universidad de Chile, 2004.
- [2] P. Berrone, J. Ricart, A. Duch, and C. Carrasco. *IESE Cities in Motion Index 2019*. IESE Business School - University of Navarra, 2019.
- [3] M. Bouskela, M. Casseb, S. Bassi, C. De Luca, and M. Facchina. *La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. Monografía del BID. Banco Interamericano de Desarrollo, 2016.
- [4] K. Brock, E. den Ouden, K. van der Klauw, K. Podoyntsina, and F. Langerak. Light the way for smart cities: Lessons from philips lighting. *Technological Forecasting and Social Change*, 142:194 – 209, 2019.
- [5] Amsterdam Smart City. *Ecube Labs*. Disponible en: <https://amsterdamsmartcity.com/products/ecube-labs>. Accedido 19-06-2019.
- [6] Amsterdam Smart City. *Smart Flow*. Disponible en: <https://amsterdamsmartcity.com/international-projects/smart-flow>. Accedido 19-06-2019.
- [7] Amsterdam Smart City. *Vehicle2Grid*. Disponible en: <https://amsterdamsmartcity.com/projects/vehicle2grid>. Accedido 19-06-2019.
- [8] CORFO. *Laboratorio Digital Urbano para Ciudades Inteligentes*. Disponible en: <https://www.publimetro.cl/cl/noticias/2018/06/15/inteligente-ciudad-santiago.html>. Accedido 19-06-2019.
- [9] H. Cárdenas. *Diseño e implementación de un curso sobre redes de luminarias inteligentes en el alumbrado público*. Master’s thesis, Universidad de Chile, 2019.
- [10] R. Díaz-Díaz, L. Muñoz, and D. Pérez-González. Business model analysis of public services operating in the smart city ecosystem: The case of SmartSantander. *Future Generation Computer Systems*, 76:198–214, 2017.
- [11] R. Díaz-Díaz, L. Muñoz, and D. Pérez-González. The business model evaluation tool for smart cities: Application to smartsantander use cases. *Energies*, 10(3):262, 2017.

- [12] Congreso Nacional de Chile. *Ley 19628 - Protección de datos de carácter personal*. Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=141599>, 1999. Accedido 19-06-2019.
- [13] Gobierno de Chile. *Agenda Digital 2020*. Disponible en: <http://www.agendadigital.gob.cl/files/Agenda%20Digital%20Gobierno%20de%20Chile%20-%20Capitulo%204%20-%20Noviembre%202015.pdf>. Accedido 12-12-2019.
- [14] Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. *Sistema inteligente de tránsito*. Disponible en: <http://movilidad.buenosaires.gob.ar/sistema-inteligente-de-transito/>. Accedido 19-06-2019.
- [15] Senado de la República de Chile. *Proyecto de Ley Sobre protección de datos personales*. Disponible en: http://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=11092-07/, 2017. Accedido 19-06-2019.
- [16] Unión Internacional de Telecomunicaciones. *Recomendación UIT-T Y.2060 - Visión general de la Internet de las cosas*. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I/es>, 2012.
- [17] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. *Consulta Pública sobre Plan Nacional 5G para Chile*. Disponible en: https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2018/07/Consulta_Publica_Plan_5G.pdf. Accedido 19-06-2019.
- [18] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. *Gobierno anuncia licitación de espectro para desarrollo de 5G*. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/gobierno-anuncia-licitacion-de-espectro-para-desarrollo-de-5g/>. Accedido 19-06-2019.
- [19] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. *Gobierno inicia consulta ciudadana por futuro concurso de espectro radioeléctrico para el despliegue de redes 5G*. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/gobierno-inicia-consulta-ciudadana-por-futuro-concurso-de-espectro-radioelectrico-para-el-despliegue-de-redes-5g/>. Accedido 19-06-2019.
- [20] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. *Gobierno y empresas realizan primeras pruebas de 5G industrial en Chile*. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/gobierno-y-empresas-realizan-primeras-pruebas-de-5g-industrial-en-chile/>. Accedido 14-12-2019.
- [21] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. *Series Estadísticas Tercer Trimestre 2019*. Disponible en: https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/PPT_Series_SEPTIEMBRE_2019_V0.pdf. Accedido 14-12-2019.
- [22] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. *SUBTEL ingresa consulta del Plan Nacional de Espectro al TDLC*. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/subtel-ingresa-consulta-del-plan-nacional-de-espectro-al-tdlc/>. Accedido 19-06-2019.
- [23] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. *Subtel lanza oficialmente Ob-*

- servatorio de las Telecomunicaciones para el Chile Digital del 2025*. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/subtel-lanza-oficialmente-observatorio-de-las-telecomunicaciones-para-el-chile-digital-del-2025/>. Accedido 19-06-2019.
- [24] Comité de Transformación Digital de CORFO. *Plan Estratégico para impulsar Smart Cities en Chile a través del “Plan Nacional Chile Territorio Inteligente”*. Disponible en: <http://ctdigital.cl/wp-content/uploads/2019/11/Entrega-3-Metodolog%C3%ADa-y-marco-estrat%C3%A9gico-diagn%C3%B3stico-de-ciudades-seleccionadas-iniciativas-y-Hoja-de-Ruta.pdf>. Accedido 12-12-2019.
- [25] P. Del Sol. *Ganar Por Suerte*. Ediciones El Mercurio, 2016.
- [26] P. Del Sol. *Ganar Sin Competir*. Ediciones El Mercurio, 2016.
- [27] Fundación Observatorio Digital. *¿Cuáles son las brechas que existen entre los ingresos municipales de cada comuna?* Disponible en: <https://observatoriofiscal.cl/Informate/Repo/BrechasentreMunicipios>. Accedido 19-12-2019.
- [28] Economipedia. *Valor actual neto (VAN)*. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>. Accedido 20-06-2019.
- [29] Bajaj Electricals. *Smart Lighting Project, Jaipur*. Disponible en: <https://www.bajajelectricals.com/smart-lighting-project/>. Accedido 19-12-2019.
- [30] Enel. *Medición inteligente*. Disponible en: <https://www.enel.cl/es/clientes/informacion-util/medicion-inteligente.html>. Accedido 19-06-2019.
- [31] Enel-X. *Ciudades Inteligentes*. Disponible en: https://www.enelx.com/content/dam/enel-x-cl/for-cities/Enel_X_Brochure_e-City_%2020%2011%2018%20buena%20calidad.pdf. Accedido 19-06-2019.
- [32] Enel-X. *Energía del presente y el futuro: Enel X revoluciona la movilidad eléctrica de Santiago*. Disponible en: <https://www.enelx.com/cl/es/historias/historias/movilidad-electrica-santiago>. Accedido 19-06-2019.
- [33] eSMARTCITY. *Ciudades Inteligentes*. Disponible en: <https://www.esmartcity.es/ciudades-inteligentes>. Accedido 19-06-2019.
- [34] Greater London Authority . *London Datastore*. Disponible en: <https://data.london.gov.uk>. Accedido 19-06-2019.
- [35] GSMA. *Ciudades inteligentes e Internet de las Cosas: cómo fomentar su desarrollo en América Latina*. Disponible en: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2018/11/IoTGuide-ESP-NOV-DIG.pdf>. Accedido 14-12-2019.
- [36] The Urban Intelligence Lab. *The Quantified Community*. Disponible en: <http://www.urbanintelligencelab.org/quantified-community>. Accedido 19-06-2019.

- [37] Smart Lighting. *El alumbrado público de Copenhague, ganador del Green Solutions Awards*. Disponible en: <https://smart-lighting.es/alumbrado-publico-copenhague-green-solutions-awards/>. Accedido 19-12-2019.
- [38] C. Manville, G. Cochrane, J. Cave, European Parliament. Directorate-General for Internal Policies. Policy Department A. : Economic, Scientific Policy, J. Millard, J.K. Pederson, R.K. Thaarup, A. Liebe, M. Wissner, R. Massink, et al. *Mapping Smart Cities in the EU: Study*. Publications Office, 2014.
- [39] El Mercurio. *Los alumbrados públicos de las "smart cities"*. Disponible en: <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=411059>, 2017. Accedido 20-06-2019.
- [40] Zigurat Global Institute of Technology. *Smart City Series: The Barcelona Experience*. Disponible en: <https://www.e-zigurat.com/blog/en/smart-city-barcelona-experience/>. Accedido 19-06-2019.
- [41] A. Osterwalder and Y. Pigneur. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Strategyzer series. Wiley, 2010.
- [42] SmartCity Press. *The Equitable City – A New Name For New York*. Disponible en: <https://www.smartcity.press/new-yorks-smart-city-initiatives>. Accedido 19-06-2019.
- [43] Ultra Global PRT. *Heathrow Pods*. Disponible en: <https://www.ultraglobalprt.com/how-it-works/ultra-vehicle>. Accedido 19-06-2019.
- [44] B. Rajiv. *What are the major components of Internet of Things*. Disponible en: <https://www.rfpage.com/what-are-the-major-components-of-internet-of-things>, 2018. Accedido 19-06-2019.
- [45] A. Rubio Dobón. *El alumbrado público inteligente como infraestructura base para la implantación del ecosistema IoT en el entorno rural*. Disponible en: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/alumbrado-publico-inteligente-infraestructura-base-la-implantacion-del-ecosistema-iot-entorno-rural>, 2017. Accedido 19-06-2019.
- [46] F. Schiavone, F. Paolone, and D. Mancini. Business model innovation for urban smartization. *Technological Forecasting and Social Change*, 142(C):210–219, 2019.
- [47] SCW. *Smart cities: understanding the challenges and opportunities*. Disponible en: https://smartcitiesworld.net/AcuCustom/Sitename/DAM/012/Understanding_the_Challenges_and_Opportunities_of_Smart_Citi.pdf. Accedido 19-06-2019.
- [48] La Tercera. *Protección de datos personales: el nuevo desafío legal para las empresas*. Disponible en: <https://www.latercera.com/pulso/noticia/proteccion-datos-personales-nuevo-desafio-legal-las-empresas/472065/>, 2019. Accedido 19-06-2019.

- [49] Urbiotica. *Smart Parking System in Burlington, Canada*. Disponible en: <https://www.urbiotica.com/en/examples-smart-cities/smart-parking-system-burlington-canada/>. Accedido 19-12-2019.
- [50] Geospatial World. *Pan City Solutions: Smart Solutions for Smart Cities*. Disponible en: <https://www.geospatialworld.net/blogs/pan-city-solutions-smart-solutions-for-smart-cities>, 2018. Accedido 19-06-2019.

Anexos

A. Modelos de negocio

A.1. Alumbrado público inteligente

Socios clave	Actividades clave	Propuesta de Valor	Relaciones con clientes	Segmento de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> - Empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica - Operadores de Telecomunicaciones - SEC - Subsecretaría de Telecomunicaciones - Proveedores de luminarias inteligentes y sensores - Universidades (formación de profesionales, convenios, charlas) - Municipalidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación y mantenimiento de Sistema de luminarias inteligentes - Instalación y mantenimiento de centro de telegestión - Análisis de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ahorros considerables en el consumo eléctrico - Mayor eficiencia en iluminación - Mayor vida útil de luminarias - Telegestión de luminarias - Ahorro en costos de operación y mantenimiento - Infraestructura habilitante para servicios de Smart City (Smart Parking, Smart Metering, Videovigilancia...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Callcenter - Cursos sobre alumbrado inteligente. - Consulta remota de estado de las luminarias - Auto-servicio de iluminación en espacios públicos para las personas 	<ul style="list-style-type: none"> - Municipalidades
	Recursos clave		Canales	
	<ul style="list-style-type: none"> - Luminarias inteligentes - Gateways - Centro de telegestión - Red de comunicación - Plataforma web - Personal especializado para operación y control 		<ul style="list-style-type: none"> - Distribución directa de luminarias y sensores - Aplicación web - Charlas y conferencias - Pilotos 	
Estructura de costos		Flujo de ingresos		
<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de luminarias inteligentes (Hardware y Software) - Centro de telegestión - RRHH 		<ul style="list-style-type: none"> - Tarifa mensual por servicios de mantenimiento de luminarias - Suministro e instalación de sistema de telegestión - Tarifa mensual de mantenimiento del sistema de telegestión 		
Costo Social y Ambiental		Beneficio Social y Ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> - Posible disminución de plazas de trabajo tradicional (operativo) 		<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la huella de carbono - Mejora la percepción de seguridad y calidad de vida de los ciudadanos. - Creación de plazas de trabajo especializado para la operación de servicios inteligentes. - Desarrollo de ecosistema para servicios de Smart City 		

Figura 6.1: CANVAS Smart Lighting - Elaboración propia

Segmento de clientes

El modelo de negocio planteado está dirigido a las empresas que van a prestar a las municipalidades, por medio de licitaciones, el servicio de instalación y mantenimiento del sistema de alumbrado público inteligente.

Propuesta de valor

Uno de los grandes beneficios de migrar a un sistema inteligente de alumbrado público, es el de generar ahorros importantes para la municipalidad, ya que las luminarias con tecnología LED son más eficientes y consumen menos energía. Tienen también una mayor vida útil, lo que deriva en una disminución en los costos de reposición o reemplazo en comparación de las tecnologías tradicionales.

El sistema dispone de un sistema de telegestión, lo que permite centralizar el control y monitoreo de las luminarias de forma remota, para conocer el estado de las mismas, su nivel de luminosidad, regular la intensidad de luz, entre otros. Esto implica que disminuye la frecuencia de tener que enviar a personal de mantenimiento a revisar en sitio el estado de las luminarias, significando un ahorro en costos de operación y mantenimiento, a la vez de un mejor tiempo de respuesta ante incidentes.

Una vez implementado el sistema, este se convierte en la infraestructura habilitante para que otras empresas tengan interés en participar y ofrecer sus servicios enfocados en tecnología IoT, mejorando las prestaciones y la imagen de la comunidad.

Canales

La empresa operadora proveerá directamente a la municipalidad de los dispositivos necesarios para implementar el sistema, como luminarias, sensores, gateways, entre otros.

También se puede implementar previamente un proyecto piloto donde la municipalidad pueda conocer de primera mano el funcionamiento del servicio, sus beneficios y características técnicas y administrativas. Una vez validado el sistema, si no hay ajustes en el mismo, se procede a la instalación en el resto de luminarias.

El operador puede organizar charlas y conferencias donde explique a personal de la municipalidad e interesados, el funcionamiento del sistema, sus resultados y casos de éxito. Dispondrá también de una aplicación web para que el personal destinado por la municipalidad pueda acceder a revisar y consultar acerca del sistema.

Relaciones con clientes

El operador dispondrá de un Callcenter, en donde serán atendidas vía telefónica o por correo, todas las inquietudes, sugerencias o reclamos ante fallas detectadas con el sistema inteligente, poniendo énfasis en la calidad de servicio del personal a cargo.

Para personal de la municipalidad y público interesado, se podría organizar cursos pre-

senciales o poner a disposición en forma online, acerca del alumbrado público inteligente, su funcionamiento, tecnología involucrada, características, entre otros.

De igual forma el operador garantizará en todo momento a personal de la municipalidad el acceso remoto a través de una aplicación web para que pueda revisar o consultar el estado de las luminarias, su consumo, nivel de luminosidad y otras características.

Como característica inherente del alumbrado público inteligente, los ciudadanos podrán beneficiarse directamente de las mejoras en la iluminación de espacios públicos como calles y plazas.

Flujo de ingresos

El operador espera obtener ingresos mediante el cobro a la municipalidad de una tarifa mensual por concepto de prestación de servicios, entre los cuales están:

- Soporte y mantenimiento de luminarias
- Soporte y mantenimiento de sistema de telegestión

Cabe mencionar que también se espera recibir ingresos por concepto de suministro y recambio de las luminarias de tecnología anterior por tecnología LED. Este valor será prorrateado en mensualidades por el tiempo que dure el contrato.

Recursos clave

Entre los elementos más importantes que se necesitan para prestar el servicio es componentes que forman parte de la infraestructura habilitante, esto es las luminarias inteligentes, los concentradores o gateways y los sensores; así como el disponer del cuarto y los elementos para la telegestión de las luminarias, es decir el hardware y el software correspondiente, así como la plataforma web donde se accederá a toda la información de las luminarias.

Es importante también considerar la red de comunicación que se utilizará para conectar los concentradores que enviarán la información recopilada de las luminarias, hacia el servidor en la nube para su posterior procesamiento. En este modelo de negocio se ha considerado la utilización de la red móvil (LTE) por lo que es importante contar con la cobertura adecuada en las zonas donde será implementado el sistema.

Se requiere también contar con el personal capacitado en las nuevas tecnologías, quienes serán responsables del procesamiento, operación y control del sistema inteligente.

Actividades clave

Una de las partes más relevantes del servicio, al menos en la etapa inicial es el de la adquisición, instalación y posterior mantenimiento de las luminarias inteligentes, junto con los sensores y concentradores. Para poder llevar a cabo un control más eficiente y sacarle provecho a las bondades del servicio, es necesario también llevar a cabo la instalación y posterior mantenimiento del centro de telegestión.

Un aspecto relevante también es el procesamiento y análisis de los datos, ya que la información obtenida por los sensores puede aprovecharse para generar estadísticas y datos adicionales que permitan no solo controlar las luminarias, si no planificar también una futura inversión o reducción de costos en ciertos sectores.

Socios clave

Para que un negocio tenga éxito, es necesario contar con asociaciones estratégicas que de una u otra manera aporten de forma beneficiosa al desarrollo del mismo.

Entre estas asociaciones se puede identificar en primera instancia a las empresas distribuidoras de energía eléctrica y los proveedores de las luminarias inteligentes y sensores, ya que ambos forman parte esencial del ecosistema del negocio para que se pueda brindar el servicio sin inconvenientes. Parte importante también representan los operadores de Telecomunicaciones, ya que la calidad de la conexión de los concentradores hacia la nube para la telegestión depende que las redes que brindan las operadoras funcionen en óptimas condiciones.

También es importante tener presente a los organismos de regulación y control del sector eléctrico (SEC) y el sector de las telecomunicaciones (SUBTEL), quienes se encargarán de velar porque el sistema cumpla con los estándares y normativas vigentes.

Por otro lado además, tener alianzas con universidades e institutos es importante ya que se pueden llevar a cabo, a través de estas, cursos de capacitación, charlas, congresos para que cada vez más personas y organismos se interesen en la implementación de proyectos con enfoque a las Smart Cities, teniendo como base la infraestructura habilitante de la red municipal de luminarias inteligentes.

Son parte relevante además las mismas municipalidades, ya que a más de ser los beneficiarios del proyecto, también cumplen un rol fiscalizador en cuanto al cumplimiento del contrato, el cual puede incurrir en multas o sanciones al operador en caso de incumplimiento o faltas al mismo.

Estructura de costos

Entre los costos más importantes a considerar están los relacionados a la instalación, operación y mantenimiento de hardware (luminarias inteligentes, concentradores, sensores) y software (plataforma web de telegestión) del sistema de alumbrado público inteligente.

Se consideran también los costos relacionados al personal especializado para la instalación, operación y mantenimiento del sistema, como operadores, supervisores, soporte técnico y personal administrativo.

Costo social y ambiental

Una contraparte de la implementación de tecnología es que puede derivar en una disminución de plazas de trabajo tradicional, sobretudo las tareas operativas, ya que varias de ellas se lo podría hacer de forma remota, lo que implicaría una disminución de personal o la

reasignación de esos recursos en otras tareas.

Beneficio social y ambiental

Por otro lado, la implementación de un sistema de alumbrado inteligente trae consigo múltiples beneficios sociales y ambientales, uno de los más importantes quizás es el de aportar en gran medida a la disminución de las emisiones de CO₂ y también contribuye a la disminución de la contaminación lumínica, al hacer un uso más eficiente del consumo eléctrico por un lado y por otro, al utilizar tecnología más amigable con el medio ambiente.

La optimización en la iluminación de espacios públicos representa también una mejora en la percepción de seguridad y la calidad de vida de los ciudadanos. Adicionalmente, dada la naturaleza del sistema, se crearían plazas de trabajo especializado y calificado para la operación y mantenimiento del mismo.

Finalmente, el contar con una red de luminarias inteligentes telegestionadas permite disponer de la infraestructura habilitante para proveer de otros servicios inteligentes y desarrollar un ecosistema de Smart City.

A.1.1 Alternativa modelo ESCO

Socios clave	Actividades clave	Propuesta de Valor	Relaciones con clientes	Segmento de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> - Empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica - Operadores de Telecomunicaciones - SEC - Subsecretaría de Telecomunicaciones - Proveedores de luminarias inteligentes y sensores - Universidades (formación de profesionales, convenios, charlas) - Municipalidades - Entidades financiadoras 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de contrato (EPC) - Instalación y mantenimiento de Sistema de luminarias inteligentes - Instalación y mantenimiento de centro de telegestión - Análisis de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ahorros considerables en el consumo eléctrico - Mayor eficiencia en iluminación - Mayor vida útil de luminarias - Telegestión de luminarias - No requiere inversión de parte del cliente - Infraestructura habilitante para servicios de Smart City (Smart Parking, Smart Metering, Videovigilancia...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrato de eficiencia energética (EPC) - Callcenter - Cursos sobre alumbrado inteligente. - Consulta remota de estado de las luminarias - Auto-servicio de iluminación en espacios públicos para las personas 	<ul style="list-style-type: none"> - Municipalidades
Recursos clave		Canales		
<ul style="list-style-type: none"> - Luminarias inteligentes - Gateways - Centro de telegestión - Red de comunicación - Plataforma web - Personal especializado para operación y control 		<ul style="list-style-type: none"> - Distribución directa de luminarias y sensores - Aplicación web - Charlas y conferencias - Pilotos 		
Estructura de costos			Flujo de ingresos	
<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de luminarias inteligentes (Hardware y Software) - Centro de telegestión - RRHH 			<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de ahorros generados del consumo eléctrico 	
Costo Social y Ambiental			Beneficio Social y Ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> - Posible disminución de plazas de trabajo tradicional (operativo) 			<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la huella de carbono - Mejora la percepción de seguridad y calidad de vida de los ciudadanos. - Creación de plazas de trabajo especializado para la operación de servicios inteligentes. - Desarrollo de ecosistema para servicios de Smart City 	

Figura 6.2: CANVAS Smart Lighting. Alternativa ESCO - Elaboración propia

Propuesta de valor

Adicional a las características y beneficios de la propuesta del punto anterior, se tiene una ventaja adicional bajo la modalidad ESCO. El cliente, en este caso la municipalidad, no requiere hacer ninguna inversión sobre el proyecto, es decir, no se debe preocupar por tener un presupuesto adicional para efectuar el recambio de luminarias ya que estas se pagarán de una parte de los ahorros generados.

Para ello se acude a la modalidad de ahorros compartidos en la que la ESCO se compromete a generar ahorros económicos al cliente, producto de la implementación de tecnología más eficiente y la disminución en el consumo energético; a cambio, la municipalidad entrega como parte de pago un porcentaje de los ahorros generados por un tiempo determinado. Luego de transcurrido este tiempo, los ahorros quedan a completa disposición del cliente, al igual que la tecnología implementada.

Relaciones con clientes

Para darle seguridad al cliente de que se generarán los ahorros estimados, se elabora un contrato de eficiencia energética o EPC por sus siglas en ingles, en donde se especifica entre otras cosas, el porcentaje de los ahorros que se repartirán la ESCO y el cliente, así como el tiempo de duración del contrato, luego del cual los ahorros generados quedan en su totalidad para el cliente.

Se suelen adjuntar otras clausulas en las que por ejemplo la ESCO se compromete a realizar un piloto para verificar que se cumpla con los parámetros ofrecidos o si es el caso se hagan los ajustes necesarios a completo cargo de la ESCO.

Flujo de ingresos

Como se indicó anteriormente la municipalidad no requiere incurrir en gastos o inversiones adicionales al presupuesto dedicado para el pago mensual del consumo eléctrico.

El ingreso para la ESCO en este caso vendrá de un porcentaje de los ahorros generados como se indicó en la propuesta de valor y especificado en el contrato EPC firmado por ambas partes.

Actividades clave

Previo a la implementación de las nuevas tecnologías y recambio de luminarias es necesario realizar primero una consultoría para analizar la situación actual del cliente y el consumo generado para en base a ello generar la proyección del ahorro que se logrará con la implementación.

Una vez determinado esos detalles se procede a la elaboración del contrato de eficiencia energética con el cliente. Una vez firmado el mismo se procede a la implementación del proyecto.

Socios clave

Dado que el cliente no destina presupuesto para financiar la inversión requerida, la ESCO debe contar con el capital necesario para cubrir esos costos.

En caso de no contar con los recursos, la ESCO debe solicitar financiamiento a entidades privadas como bancos, o entidades estatales que en algunos casos a manera de incentivo llaman a concurso para proveer financiamiento a proyectos de eficiencia energética. Por ello las entidades financiadoras se convierten en un aliado clave para llevar a cabo con éxito el proyecto.

A.2. Estacionamiento inteligente

Socios clave <ul style="list-style-type: none">- Subsecretaria de Telecomunicaciones- Proveedores de dispositivos de sensorización- Operadores de Telecomunicaciones- Municipalidades	Actividades clave <ul style="list-style-type: none">- Instalación y mantenimiento de sistema (sensores, gateways, tótems, comunicaciones)- Instalación y mantenimiento de centro de telegestión- Contratar sistema de facturación y cobranzas online- Análisis de datos- Publicidad	Propuesta de valor <ul style="list-style-type: none">- Telegestión- Gestión más eficiente de zonas de estacionamiento libres- Mayor control de infracciones por mal estacionamiento- Ver en tiempo real plazas disponibles.- Ahorro de tiempo de búsqueda- Ahorro de combustible- Facilidades de pago	Relaciones con clientes <ul style="list-style-type: none">- Autoservicio- Tutorial de uso en app/sitio web- Atención en Redes Sociales- Correo- Callcenter- Promociones y descuentos	Segmento de clientes <ul style="list-style-type: none">- Municipalidades- Conductores de vehículos
	Recursos clave <ul style="list-style-type: none">- Plataforma web / aplicación móvil- Sensores, gateways, tótems de pago- Personal especializado para operación y control- Centro de telegestión- Red de comunicaciones- Sistema de facturación y cobranzas		Canales <ul style="list-style-type: none">- Aplicación web- Aplicación móvil- Medios digitales- Pilotos	
Estructura de costos <ul style="list-style-type: none">- Sistema de estacionamiento inteligente (Hardware y Software)- Derechos de explotación de espacio público- RRHH- Publicidad			Flujo de ingresos <ul style="list-style-type: none">- Tarifa de estacionamiento	
Costo social y medioambiental <ul style="list-style-type: none">- Posible incremento de costos para los usuarios- Posible reducción de plazas de trabajo operativo			Beneficio social y medioambiental <ul style="list-style-type: none">- Reducción de emisiones de CO2- Mejora la calidad del aire- Menor congestión vehicular- Mejora la experiencia de conductores- Creación de plazas de trabajo especializado para la operación de servicios inteligentes.	

Figura 6.3: CANVAS Smart Parking - Elaboración propia

Segmento de clientes

Desde el punto de vista del operador, hay dos grupos a quienes les interesa la propuesta de valor. Por un lado las municipalidades, a quienes se les proveerá de información relevante en cuanto a la ocupación de espacios públicos; y por otro lado a los usuarios o conductores de vehículos, quienes podrán buscar y reservar por distintos medios una plaza de estacionamiento disponible, y proceder con el pago de manera ágil y segura.

Propuesta de valor

La propuesta de valor se divide en dos segmentos: municipalidades y usuarios (conductores de vehículos).

- **Municipalidades:** Se propone dotar de las herramientas TICs para tener una gestión más eficiente de las zonas de estacionamiento libres, lo cual se traduce en disponer de

la información necesaria para una planificación más eficiente de las zonas de estacionamiento público.

Con la información recopilada por el sistema también se podrá llevar a cabo un mejor control de las zonas no permitidas o las infracciones cometidas por mal estacionamiento, disminuyendo el número de evasiones y generando un ingreso adicional por este rubro.

- **Usuarios:** Los conductores de vehículos pueden ver a través de varias plataformas las plazas de estacionamiento disponibles en tiempo real. Esto les permitirá ahorrar gran cantidad de tiempo y combustible que tienen que gastar para buscar estacionamiento, generando en una mejora de la experiencia de conductores y ciudadanos en general.

Al ser un sistema apoyado en las TICs, se tendrán facilidades de reserva y pago de estacionamiento, evitando el tener que estar presente físicamente para cerciorarse del tiempo transcurrido o incrementar el tiempo de reserva. Todo se lo haría a través de multiplataformas en Internet.

Canales

Para hacer uso del sistema, se pone a disposición de los usuarios plataformas que funcionan a través de Internet, esto es una aplicación móvil, que la pueden descargar en Android (Google Play) o IOS(App Store), y también una aplicación web compatible con cualquier navegador, en la que funcionarios municipales y operadores pueden revisar la información de sensores y estadísticas de uso de las zonas de estacionamiento.

El operador puede implementar primero un piloto del sistema, con un número controlado de sensores, de tal forma que la municipalidad evalúe las características y prestaciones del mismo. Una vez superada esta etapa se procede a la implementación masiva de los demás sensores.

Como parte de la difusión se puede utilizar los medios digitales como redes sociales (Facebook, Instagram) o correos promocionales o informativos acerca de las novedades y ventajas del sistema.

Relaciones con clientes

La interacción de los usuarios con el sistema se realizará a través de redes sociales, correo electrónico o un Callcenter que será habilitado para el efecto, y en donde serán atendidas todas sus inquietudes, sugerencias o reclamos. También estará disponible tanto en la aplicación web como en la aplicación móvil, un tutorial de uso de la plataforma.

Como parte de estrategias de fidelización de los usuarios, se puede optar por ofrecer promociones y descuentos ya sea en el uso de la plataforma o con terceros. Por ejemplo se pueden dar los primeros 15 minutos de estacionamiento sin cargo al registrarse por primera vez en la plataforma, o se pueden ofrecer minutos adicionales o descuentos en negocios de terceros cuando hayan utilizado cierto número de veces o superado un monto determinado a través de la plataforma.

Flujo de ingresos

El operador cobrará una tarifa por minuto de ocupación del espacio de estacionamiento. Este cobro se realizará de forma electrónica a través de la aplicación móvil o a través de los tótems de pago que estarán debidamente instalados en cada zona de estacionamiento.

Existe también la posibilidad de que los usuarios paguen en efectivo, para lo cual estará siempre disponible el personal del operador para guiar y solventar inquietudes y emitir los tickets correspondientes.

Recursos clave

Ante todo se requiere tener la infraestructura tecnológica sobre la cual funcionará el sistema, esto es los sensores, gateways, tótems de pago y centro de telegestión. Adicional a ello se debe contar con la red de comunicaciones para la gestión remota.

Se requiere también contar con la plataforma web y móvil desde la cual tanto usuarios como personal de la municipalidad accederán al sistema.

Es necesario contar con el personal debidamente especializado y capacitado en las nuevas tecnologías para llevar a cabo el monitoreo, operación y mantenimiento del sistema.

Es importante también contar con un buen sistema de facturación y cobranzas que se integre a las múltiples plataformas para que los usuarios puedan contar con las facilidades de pago electrónico.

Actividades clave

Para llevar a cabo el servicio, se debe realizar en primera instancia la adquisición e instalación del sistema de estacionamiento inteligente, el cual contempla los sensores y aplicaciones para el control y monitoreo del sistema, posterior a lo cual se debe tener presente el mantenimiento periódico del mismo. Se considera también como parte importante la adquisición o desarrollo de un sistema de facturación electrónica para el procesamiento de los cobros a los usuarios.

Otra actividad relevante a considerar es el del procesamiento y posterior análisis de los datos captado por los sensores. Esto es de gran valor para las municipalidades ya que permite gestionar y planificar de una forma más eficiente las zonas de estacionamiento público, de acuerdo a los datos estadísticos y validar si es necesario ampliar o disminuir estas zonas.

Se toma en cuenta también las actividades publicitarias para dar a conocer y promover el uso del sistema, de tal forma de generar interés en la población y también en negocios de terceros para obtener convenios de descuentos y promociones para los usuarios.

Socios clave

Una alianza importante para implementar con éxito el sistema es el proveedor de los dispositivos de sensorización, tanto de hardware como de software, al igual que las empresas operadoras de telecomunicaciones, cuyo servicio también es relevante para efectuar la gestión remota de los dispositivos y la interacción de los usuarios con la plataforma.

Los organismos de control como la Subsecretaría de Telecomunicaciones también cumplen un papel importante, ya que se encargan de verificar entre otras cosas, que los dispositivos utilizados estén debidamente autorizados para operar en el país y que estos operen según los estándares y normativas de la industria.

Del mismo modo las municipalidades por su parte forman una alianza significativa, ya que ellas designan el espacio público sobre el cual puede operar la empresa concesionaria para su explotación. De igual manera cumplen un rol fiscalizador sobre la operación en esos espacios designados y en caso de incumplimiento o faltas, pueden exigir el pago de multas al concesionario, según su contrato.

Estructura de costos

Para llevar a cabo este modelo de negocio, es necesario invertir en la adquisición de los elementos indispensables para ofrecer el servicio inteligente, es decir el hardware como sensores, gateways, tótems de pago, centro de telegestión y el software requerido para gestionar esta plataforma, como las aplicaciones web y móvil.

Otro rubro importante es el pago mensual que se debe hacer a la municipalidad por el derecho a explotación del espacio público, el cual es establecido en las bases de licitación. Se considera además el pago del personal especializado y capacitado para operar y dar mantenimiento al servicio.

Para efectos de dar a conocer y promover el uso del servicio, se contempla dentro de los gastos el destinado a publicidad, tanto en medios digitales como tradicionales.

Costo social y ambiental

El uso de un sistema inteligente en beneficio de los usuarios, con los gastos administrativos y operativos que ello representa, pueden incurrir en un incremento del costo del servicio al usuario final. Por otro lado, la implementación de nuevas tecnologías puede representar una disminución de personal, sobretodo operativo ya que muchas tareas se harían de forma remota.

Beneficio social y ambiental

Uno de los mayores beneficios que se lograrían con la implementación de este servicio, es la disminución de la congestión del tráfico en zonas urbanas debido a la búsqueda de estacionamiento, y por ende disminuyen también las emisiones de CO₂ al ambiente, mejorando la calidad del aire. Esto representa adicionalmente una mejoría en la experiencia de conductores y transeúntes.

Al utilizar tecnologías relacionadas a las TICs e Internet de las Cosas, se requiere del personal capacitado que pueda manejar estas tecnologías por lo que se crearían plazas de trabajo especializado para profesionales en el área.

B. Casos de negocio

B.1. Alumbrado público inteligente - Smart Lighting

B.1.1 Caso base - Sin recambio de luminarias ni sensorización

Inversiones en activo fijo

Activos Fijos	Cantidad	Costo Unitario [\$]	Costo Total [\$]
Equipos			750.000
Herramientas (kit)	3	250.000	750.000
Otros			1.637.500
Adecuación de oficina	1	1.000.000	600.000
Gastos administrativos	1	600.000	600.000
Imprevistos			37.500
Total Inversión			1.387.500

Tabla 6.1: Detalle de inversión inicial - Alumbrado público tradicional

Costos fijos

Costos Fijos	Cantidad	Costo Mensual [\$]	Costo Anual [\$]
Remuneraciones			49.200.000
Supervisor Jefe	1	1.000.000	12.000.000
Ingeniero en Prevención	1	800.000	9.600.000
Técnico Eléctrico	2	500.000	12.000.000
Chófer	2	400.000	9.600.000
Administrativo	1	500.000	6.000.000
Administrativos			11.568.000
Arriendo de vehículos	3	138.000	4.968.000
Arriendo de oficina	1	500.000	6.000.000
Servicios básicos (luz, agua)	1	50.000	600.000
Otros			1.560.000
Uniformes y materiales	1	130.000	1.560.000
Total Costo Fijo			62.328.000

Tabla 6.2: Detalle de costos fijos - Alumbrado público tradicional

Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		\$58.500.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000
Servicio de mantenimiento de luminarias		\$58.500.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000	\$78.000.000
Costos Fijos		\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000	\$-62.328.000
Costos Variables		\$-5.850.000	\$-6.240.000	\$-5.460.000	\$-5.460.000	\$-5.460.000	\$-5.460.000	\$-5.460.000	\$-5.460.000	\$-5.460.000	\$-5.460.000
Costos de mantenimiento		\$-2.925.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000	\$-3.900.000
Imprevistos		\$-2.925.000	\$-2.340.000	\$-1.560.000	\$-1.560.000	\$-1.560.000	\$-1.560.000	\$-1.560.000	\$-1.560.000	\$-1.560.000	\$-1.560.000
Depreciación		\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000	\$-75.000
Amortización											
Ganancia/Pérdida de Capital											
Pérdida Ejercicio Anterior											
Utilidad antes de Impuesto		\$-9.753.000	\$9.357.000	\$10.137.000	\$10.137.000	\$10.137.000	\$10.137.000	\$10.137.000	\$10.137.000	\$10.137.000	\$10.137.000
Impuesto a las Empresas (27%)		\$0	\$-2.526.390	\$-2.736.990	\$-2.736.990	\$-2.736.990	\$-2.736.990	\$-2.736.990	\$-2.736.990	\$-2.736.990	\$-2.736.990
Utilidad Después de Impuesto		\$-9.753.000	\$6.830.610	\$7.400.010	\$7.400.010	\$7.400.010	\$7.400.010	\$7.400.010	\$7.400.010	\$7.400.010	\$7.400.010
Depreciación		\$75.000	\$75.000	\$75.000	\$75.000	\$75.000	\$75.000	\$75.000	\$75.000	\$75.000	\$75.000
Ganancia/Pérdida de Capital											
Pérdida Ejercicio Anterior											
Flujo de Caja Operacional		\$-9.678.000	\$6.905.610	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010
Inversión		\$-2.387.500									
Valor residual de los activos											
Capital de Trabajo											
Recuperación Capital de Trabajo											\$17.044.500
Amortización											
Préstamos											
Flujo de Caja	\$-19.432.000	\$-9.678.000	\$6.905.610	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$7.475.010	\$24.519.510
Flujo de Caja Acumulado	\$-19.432.000	\$-29.110.000	\$-22.204.390	\$-14.729.380	\$-7.254.370	\$220.640	\$7.695.650	\$15.170.660	\$22.645.670	\$30.120.680	\$54.640.190

Tabla 6.3: Flujo de caja - Alumbrado público tradicional

B.1.2 Caso 2 - Recambio de luminarias, con sensorización y telegestión

Inversiones en activo fijo

Activos Fijos	Cantidad	Costo Unitario [\$]	Costo Total [\$]
Equipos Smart Lighting			1.270.250.000
Luminarias LED	5.000	180.000	900.000.000
Sensores	5.000	55.000	275.000.000
Gateways	7	1.500.000	94.500.000
Herramientas (kit)	23	250.000	750.000
Software			40.000.000
Plataforma de telegestión de luminarias (CMS)	1	40.000.000	40.000.000
Cuarto de control y monitoreo			5.400.000
Monitores	5	160.000	800.000
Switch	1	700.000	700.000
UPS	1	120.000	120.000
Computadores y accesorios	3	500.000	1.500.000
Puestos de trabajo	2	600.000	1.200.000
Rack	1	80.000	80.000
Adecuación de sala	1	1.000.000	1.000.000
Otros			220.069.500
Servicio de Callcenter	1	180.000.000	180.000.000
Gastos administrativos	1	600.000	600.000
Imprevistos			36.949.500
Total Inversión			1.535.719.500

Tabla 6.4: Detalle de inversión inicial - Smart Lighting

Costos fijos

Costos Fijos	Cantidad	Costo Mensual [\$]	Costo Anual [\$]
Servicios			7.552.440
Conexión de gateway a Internet	7	9.990	7.552.440
Centro de Telegestión			695.880
Plan Internet	1	25.000	360.000
Plan Celular	1	17.990	215.880
Plan Telefonía fija	1	10.000	120.000
Remuneraciones			61.200.000
Supervisor Jefe	1	1.000.000	12.000.000
Ingeniero en Prevención	1	800.000	9.600.000
Técnico Eléctrico	1	800.000	9.600.000
Chófer	2	400.000	9.600.000
Administrativo	1	500.000	6.000.000
Operador de Control y Monitoreo	2	500.000	12.000.000
Administrativos			11.568.000
Arriendo de oficina	1	500.000	6.000.000
Servicios básicos (luz, agua)	1	50.000	600.000
Arriendo de vehículos	3	138.000	4.968.000
Otros			1.560.000
Uniformes y materiales	1	130.000	1.560.000
Total Costo Fijo			82.576.320

Tabla 6.5: Detalle de costos fijos - Smart Lighting

Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos											
Suministro e instalación de luminarias con telegestión		\$432,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500	\$528,700.500
Suministro e instalación de concentradores		\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000	\$134,400.000
Suministro e instalación de concentradores		\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500	\$10,300.500
Servicio de mantenimiento de luminarias		\$270,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000	\$360,000.000
Servicio de soporte sistema de telegestión		\$18,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000	\$24,000.000
Costos Fijos											
		\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320	\$-82,576.320
Costos Variables											
		\$-34,616.040	\$-26,435.025	\$-21,148.020	\$-21,148.020	\$-21,148.020	\$-21,148.020	\$-21,148.020	\$-21,148.020	\$-21,148.020	\$-21,148.020
Costos de mantenimiento		\$-12,981.015	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010
Imprevistos		\$-21,635.025	\$-15,861.015	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010	\$-10,574.010
Depreciación		\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330	\$-127,706.330
Amortización											
Ganancia/ Pérdida de Capital											
Pérdida Ejercicio Anterior											
Utilidad antes de Impuesto		\$187,801.810	\$291,082.825	\$297,269.830	\$297,269.830	\$297,269.830	\$297,269.830	\$297,269.830	\$297,269.830	\$297,269.830	\$297,269.830
Impuesto a las Empresas (27%)		\$-50,706.489	\$-78,835.363	\$-80,262.854	\$-80,262.854	\$-80,262.854	\$-80,262.854	\$-80,262.854	\$-80,262.854	\$-80,262.854	\$-80,262.854
Utilidad Después de Impuesto		\$137,095.321	\$213,147.462	\$217,006.976	\$217,006.976	\$217,006.976	\$217,006.976	\$217,006.976	\$217,006.976	\$217,006.976	\$217,006.976
Depreciación		\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330	\$127,706.330
Ganancia/ Pérdida de Capital											
Pérdida Ejercicio Anterior											
Flujo de Caja Operacional		\$264,801.651	\$310,853.792	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306
Inversión		\$-1,535,719.500					\$-1,620,000				
Valor residual de los activos											
Capital de Trabajo											
Recuperación Capital de Trabajo											
Amortización											\$29,298,000
Prestamos											
Flujo de Caja		\$-1,565.017.590	\$340,853.792	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$340,099.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$344,713.306	\$374,011.396
Flujo de Caja Acumulado		\$-1,565.017.590	\$-1,300,215.939	\$-959,362.146	\$-614,648.841	\$-269,935.535	\$114,871.077	\$759,584.383	\$1,104,297.689	\$1,449,010.995	\$1,823,022.391

Tabla 6.6: Flujo de caja - Smart Lighting

Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000
Ahorros compartidos - Municipalidad		\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000	\$151.956.000
Costos Fijos		\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320	\$82.576.320
Costos Variables		\$-12.156.480	\$-7.597.800	\$-6.078.240	\$-6.078.240	\$-6.078.240	\$-6.078.240	\$-6.078.240	\$-6.078.240	\$-6.078.240	\$-6.078.240
Costos de mantenimiento		\$-4.558.680	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120
Imprevistos		\$-7.597.800	\$-4.558.680	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120	\$-3.039.120
Depreciación		\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330	\$-127.706.330
Amortización											
Ganancia/Pérdida de Capital											
Pérdida Ejercicio Anterior											
Utilidad antes de Impuesto		\$-70.483.130	\$-65.924.450	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890
Impuesto a las Empresas (27 %)		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad Después de Impuesto		\$-70.483.130	\$-65.924.450	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890	\$-64.404.890
Depreciación		\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330	\$127.706.330
Ganancia/Pérdida de Capital											
Pérdida Ejercicio Anterior											
Flujo de Caja Operacional		\$57.223.200	\$61.781.880	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440
Inversión	\$-1.535.719.500										
Valor residual de los activos											
Capital de Trabajo	\$-23.683.200										
Recuperación Capital de Trabajo											
Amortización											\$23.683.200
Préstamos											
Flujo de Caja	\$-1.559.402.700	\$57.223.200	\$61.781.880	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440	\$63.301.440
Flujo de Caja Acumulado	\$-1.559.402.700	\$-1.502.179.500	\$-1.440.397.620	\$-1.377.096.180	\$-1.313.794.740	\$-1.250.493.300	\$-1.187.191.860	\$-1.123.890.420	\$-1.060.588.980	\$-997.287.540	\$-910.302.900

Tabla 6.7: Flujo de caja - Smart Lighting - Modelo ESCO

B.2. Estacionamiento inteligente - Smart Parking

B.2.1 Caso base - Estacionamiento tradicional

Inversiones en activo fijo

Activos Fijos	Cantidad	Costo Unitario [\$]	Costo Total [\$]
Equipos			9.250.000
POS	55	100.000	5.500.000
Computadores y accesorios	2	500.000	1.000.000
Radio comunicadores	55	50.000	2.750.000
Software			1.300.000
Sistema de facturación electrónica	1	1,300.000	1.300.000
Otros			2.627.500
Muebles de oficina	1	500.000	500.000
Adecuación de oficina	1	1.000.000	1.000.000
Gastos administrativos	1	600.000	600.000
Imprevistos			527.500
Total Inversión			13.177.500

Tabla 6.8: Detalle de inversión inicial - Estacionamiento Tradicional

Costos fijos

Costos Fijos	Cantidad	Costo Mensual [\$]	Costo Anual [\$]
Equipos			4.794.000
Conexión de POS a Internet	50	7.990	4.794.000
Remuneraciones			354.000.000
Supervisor Jefe	1	1.200.000	14.400.000
Supervisores de terreno	2	900.000	21.600.000
Administrativo	1	700.000	8.400.000
Prevencionista de Riesgos	1	800.000	9.600.000
Cobradores	50	500.000	300.000.000
Administrativos			8.951.880
Arriendo de oficina	1	500.000	6.000.000
Servicios básicos (luz, agua)	1	50.000	600.000
Plan Internet	1	30.000	360.000
Plan Celular	1	17.990	215.880
Plan Telefonía fija	1	10.000	120.000
Arriendo de vehículos	1	138.000	1.656.000
Otros			2.760.000
Uniformes y materiales	1	130.000	1.560.000
Señalización	1	100.000	1.200.000
Total Costo Fijo			370.505.880

Tabla 6.9: Detalle de costos fijos - Estacionamiento Tradicional

Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		\$1.880.064.000	\$2.115.072.000	\$2.350.080.000	\$2.585.088.000	\$2.820.096.000
Ingresos por tarifa de estacionamiento		\$1.880.064.000	\$2.115.072.000	\$2.350.080.000	\$2.585.088.000	\$2.820.096.000
Costos Fijos		\$-370.505.880	\$-370.505.880	\$-370.505.880	\$-370.505.880	\$-370.505.880
Costos Variables		\$-1.560.971.520	\$-1.560.971.520	\$-1.551.571.200	\$-1.584.472.320	\$-1.617.373.440
Pago de concesión a municipio		\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000
Costos de mantenimiento		\$-188.006.400	\$-211.507.200	\$-235.008.000	\$-258.508.800	\$-282.009.600
Costos incobrables		\$-56.401.920	\$-63.452.160	\$-47.001.600	\$-51.701.760	\$-56.401.920
Imprevistos		\$-94.003.200	\$-63.452.160	\$-47.001.600	\$-51.701.760	\$-56.401.920
Depreciación		\$-1.063.100	\$-1.063.100	\$-1.063.100	\$-1.063.100	\$-1.063.100
Amortización						
Ganancia/Pérdida de Capital						
Pérdida Ejercicio Anterior						
Utilidad antes de Impuesto		\$-52.476.500	\$182.531.500	\$426.939.820	\$629.046.700	\$831.153.580
Impuesto a las Empresas (27%)		\$0	\$-49.283.505	\$-115.273.751	\$-169.842.609	\$-224.411.467
Utilidad Después de Impuesto		\$-52.476.500	\$133.247.995	\$311.666.069	\$459.204.091	\$606.742.113
Depreciación		\$1.063.100	\$1.063.100	\$1.063.100	\$1.063.100	\$1.063.100
Ganancia/Pérdida de Capital						
Pérdida Ejercicio Anterior						
Flujo de Caja Operacional		\$-51.413.400	\$134.311.095	\$312.729.169	\$460.267.191	\$607.805.213
Inversión	\$-13.177.500					
Valor residual de los activos						
Capital de Trabajo	\$-365.365.350					
Recuperación Capital de Trabajo						\$365.365.350
Amortización						
Préstamos						
Flujo de Caja	\$-378.542.850	\$-51.413.400	\$134.311.095	\$312.729.169	\$460.267.191	\$973.170.563
Flujo de Caja Acumulado	\$-378.542.850	\$-429.956.250	\$-295.645.155	\$17.084.014	\$477.351.205	\$1.450.521.768

Tabla 6.10: Flujo de caja - Estacionamiento Tradicional

B.2.2 Caso 2 - Sensorización de plazas de estacionamiento

Inversiones en activo fijo

Activos Fijos	Cantidad	Costo Unitario [\$]	Costo Total [\$]
Equipos			552.300.000
Sensores	1.210	130.000	157.300.000
Tótems de pago	55	7.000.000	385.000.000
POS	55	100.000	5.500.000
Herramientas (kit)	3	250.000	750.000
Radio comunicadores	55	50.000	2.750.000
Computadores y accesorios	2	500.000	1.000.000
Software			27.100.000
Aplicación móvil	1	15.000.000	15.000.000
Sistema de facturación electrónica	1	1.300.000	1.300.000
Cuarto de control y monitoreo			5.400.000
Monitores	5	160.000	800.000
Switch	1	700.000	700.000
UPS	1	120.000	120.000
Computadores y accesorios	3	500.000	1.500.000
Puestos de trabajo	2	600.000	1.200.000
Rack	1	80.000	80.000
Adecuación de sala	1	1.000.000	1.000.000
Otros			31.340.000
Muebles de oficina	1	500.000	500.000
Adecuación de oficina	1	1.000.000	1.000.000
Gastos administrativos	1	600.000	600.000
Imprevistos			29.240.000
Total Inversión			616.140.000

Tabla 6.11: Detalle de inversión inicial - Smart Parking

Costos fijos

Costos Fijos	Cantidad	Costo Mensual [\$]	Costo Anual [\$]
Equipos			9.588.000
Conexión de tótems a Internet	50	7.990	4.794.000
Conexión de POS a Internet	50	7.990	4.794.000
Remuneraciones			366.000.000
Supervisor Jefe	1	1.200.000	14.400.000
Supervisores de terreno	2	900.000	21.600.000
Administrativo	1	700.000	8.400.000
Cobradores	50	500.000	300.000.000
Prevencionista de Riesgos	1	800.000	9.600.000
Operadores de Control y Monitoreo	2	500.000	12.000.000
Administrativos			8.951.880
Arriendo de oficina	1	500.000	6.000.000
Servicios básicos (luz, agua)	1	50.000	600.000
Plan Internet	1	30.000	360.000
Plan Celular	1	17.990	215.880
Telefonía fija	1	10.000	120.000
Arriendo de vehículos	1	138.000	1.656.000
Publicidad			39.600.000
Medios digitales	1	1.250.000	15.000.000
Medios tradicionales	1	1.250.000	15.000.000
Material publicitario	1	800.000	9.600.000
Otros			2.760.000
Uniformes y materiales	1	130.000	1.560.000
Señalización	1	100.000	1.200.000
Total Costo Fijo			426.899.880

Tabla 6.12: Detalle de costos fijos - Smart Parking

Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ingresos por tarifa de estacionamiento		\$2.068.070.400	\$2.326.579.200	\$2.585.088.000	\$2.843.596.800	\$3.102.105.600
		\$2.068.070.400	\$2.326.579.200	\$2.585.088.000	\$2.843.596.800	\$3.102.105.600
Costos Fijos						
		\$-426.899.880	\$-426.899.880	\$-426.899.880	\$-426.899.880	\$-426.899.880
Costos Variables						
Pago de concesión a municipio		\$-1.619.422.710	\$-1.669.030.548	\$-1.666.936.627	\$-1.711.374.290	\$-1.755.811.953
Servicio de pagos online		\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000	\$-1.222.560.000
Costos de mantenimiento		\$-65.971.446	\$-74.217.876	\$-82.464.307	\$-90.710.738	\$-98.957.169
Costos incobrables		\$-206.807.040	\$-232.657.920	\$-258.508.800	\$-284.359.680	\$-310.210.560
Imprevistos		\$-62.042.112	\$-69.797.376	\$-51.701.760	\$-56.871.936	\$-62.042.112
		\$-62.042.112	\$-69.797.376	\$-51.701.760	\$-56.871.936	\$-62.042.112
Depreciación						
Amortización		\$-86.696.600	\$-86.696.600	\$-86.696.600	\$-86.696.600	\$-86.696.600
Ganancia/Pérdida de Capital						
Pérdida Ejercicio Anterior						
Utilidad antes de Impuesto		\$-64.948.790	\$143.952.172	\$404.554.893	\$618.626.030	\$832.697.167
Impuesto a las Empresas (27 %)		\$0	\$-38.867.086	\$-109.229.821	\$-167.029.028	\$-224.828.235
Utilidad Después de Impuesto		\$-64.948.790	\$105.085.085	\$295.325.072	\$451.597.002	\$607.868.932
Depreciación		\$86.696.600	\$86.696.600	\$86.696.600	\$86.696.600	\$86.696.600
Ganancia/Pérdida de Capital						
Pérdida Ejercicio Anterior						
Flujo de Caja Operacional		\$21.747.810	\$191.781.685	\$382.021.672	\$538.293.602	\$694.565.532
Inversión	\$-616.140.000					
Valor residual de los activos						
Capital de Trabajo	\$-382.326.247					
Recuperación Capital de Trabajo						\$382.326.247
Amortización						
Préstamos						
Flujo de Caja	\$-998.466.247	\$21.747.810	\$191.781.685	\$382.021.672	\$538.293.602	\$1.076.891.780
Flujo de Caja Acumulado	\$-998.466.247	\$-976.718.437	\$-784.936.752	\$-402.915.080	\$135.378.522	\$1.212.270.301

Tabla 6.13: Flujo de caja - Smart Parking