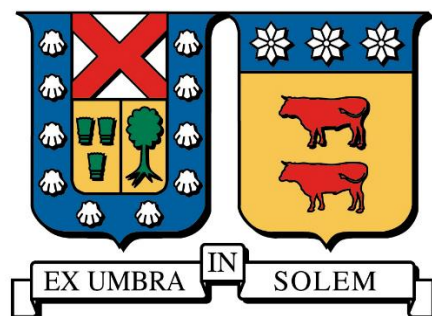


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL

CASA CENTRAL – VALPARAÍSO



**PROPUESTA DE PLAN DE NEGOCIOS A LA EMPRESA METRO
VALPARAÍSO PARA IMPLEMENTAR EL USO DE LA TECNOLOGÍA
NFC APLICADA EN SMARTPHONE PARA EL PAGO DE PASAJES.**

FELIPE HERNÁN ZELAYA GÁLVEZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO COMERCIAL

PROFESOR GUÍA

: LUIS YAÑEZ S.

PROFESOR CORREFENTE

: OSCAR SAAVEDRA R.

ENERO 2016



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Comercial
Valparaíso

Quiero agradecer a mi familia que me ha apoyado durante todo este tiempo y han hecho todo lo posible para que mi estancia en esta universidad sea la mejor. Ellos, que junto a mis amigos y profesores, han estado constantemente formándome en lo personal y profesional durante años.



1. Resumen Ejecutivo

Este trabajo tiene la finalidad de generar un plan negocios a la empresa Metro Regional de Valparaíso por medio de la metrología de mejora continua Ciclo PHRA que le permita implementar la tecnología de NFC en Smartphone en los sistemas de pago. Metro Regional de Valparaíso es una empresa ubicada en la región de Valparaíso que se desempeña en las labores del transporte público. Actualmente la empresa posee 20 estaciones desde la ciudad de Limache a la ciudad de Valparaíso. Adicional a esto tiene servicios alternativos a la vía férrea, como su sistema de buses, ascensores y troles ubicados en la región de Valparaíso.

En primera parte, se hace un análisis interno y externo con las herramientas: Cadena de Valor, Análisis PESTA y las fuerzas de Porter. Los resultados obtenidos en este análisis concluyen en la matriz FODA que permite ver cuál es el desempeño actual que tiene Metro Valparaíso en la industria del transporte regional.

Luego se analiza el escenario con el NFC implementado y todos los nuevos actores que son necesarios para poder realizar esta mejora en los sistemas de pago. Se hace también una comparación con otras posibles tecnologías de comunicación presentes en los Smartphone. Seguido a esto se hace un análisis económico sobre los costos y beneficios que tendría la implementación de esta nueva tecnología en un flujo de beneficios, terminando con las posibles barreras que podría tener esta nueva mejora.

Finalmente se proponen sugerencias para implementar y controlar el uso de esta nueva tecnología como forma de pago.



2. Índice

1.	Resumen Ejecutivo	2
2.	Índice.....	3
2.1	Índice de Ilustraciones	6
3.	Introducción	8
4.	Tema.....	9
5.	Objetivos	10
5.1	Objetivo general	10
5.2	Objetivos específicos	10
6.	Metodología	11
7.	Alcance.....	13
8.	Antecedentes Generales	14
8.1	Metro Regional de Valparaíso S.A.....	14
8.2	Definición de la Problemática	22
9.	Marco Teórico.....	27
9.1	Tarjetas Inteligentes.....	28
9.2	Tecnología NFC	32
9.2.1	¿Cómo funciona la tecnología NFC?.....	34



9.2.2	Elementos necesarios para establecer una comunicación vía NFC	37
9.3	Estructura de tarjeta de transporte en un celular NFC.....	38
9.4	Sistema operativo de celulares Smartphone y NFC	40
9.4.1	Sistema operativo móvil Android	41
9.4.2	Google Play.....	42
9.5	Trusted Service Manager.....	44
9.6	Ciclo PHRA	45
9.6.1	Etapas del ciclo PHRA	45
9.7	Cadena de Valor	47
9.7.1	Actividades primarias	47
9.7.2	Actividades de apoyo.....	48
9.8	Análisis PESTA	49
9.9	Fuerzas de Porter	50
9.10	Análisis FODA.....	53
9.11	Matriz del crecimiento de productos y mercados.	54
9.12	Evaluación Económica de Proyectos	55
9.12.1	Flujo de Beneficios Netos	55
9.12.2	Indicadores de Rentabilidad	56



10.	Desarrollo.....	58
10.1	Análisis Estratégico Actual	58
10.1.1	Análisis Interno	58
10.1.2	Análisis Externo	65
10.1.3	Matriz FODA.....	70
10.1.4	Situación Actual en Medios de Pago.....	72
10.2	Propuesta de Mejora.....	74
10.2.1	Escenario con la Mejora Implementada	74
10.2.2	¿Cómo puede aportar la tecnología de NFC al transporte público?.....	77
10.2.3	Comparación de la tecnología NFC con otras tecnologías.	78
10.2.4	Requisitos necesarios para usar NFC como forma de pago	81
10.2.5	Implementación comercial de la aplicación de celulares necesaria para el pago de peajes mediante NFC.....	84
10.2.6	Inversiones, costos y beneficios relacionados a la implementación de la tecnología NFC	87
10.2.7	Evaluación Económica del Proyecto	90
10.2.8	Posibles Barreras ante la Implementación de la Tecnología NFC	92
11.	Sistema de Implementación y Control.....	96
12.	Conclusiones	101



13. Bibliografía	104
------------------------	-----

2.1 Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Ciclo PHRA	11
Ilustración 2 Cantidad anual de pasajeros Metro Valparaíso.....	15
Ilustración 3 Cantidad anual de pasajeros Metro Valparaíso por tipo	16
Ilustración 4 Propietarios Metro Valparaíso	17
Ilustración 5 Directorio Metro Valparaíso	17
Ilustración 6 Organigrama Metro Valparaíso	19
Ilustración 7 Ingresos tarifarios de Metro Valparaíso.....	20
Ilustración 8 EBITDA Metro Valparaíso por año.....	21
Ilustración 9 Alternativas de medios de pago al dinero físico	23
Ilustración 10 Usos de tecnología NFC	34
Ilustración 11 Comunicación tipo pasiva en NFC	35
Ilustración 12 Comunicación tipo pasiva en NFC	35
Ilustración 13 Estructura tecnología NFC en Smartphone.....	39
Ilustración 14 Estructura tecnología NFC en Smartphone con 2 chip.....	39
Ilustración 15 Trusted Service Manager	44
Ilustración 16 Etapas ciclo PHRA.....	45
Ilustración 17 Cadena de Valor.....	48
Ilustración 18 5 Fuerzas de Porter.....	52



Ilustración 19 Matriz Ansoff	54
Ilustración 20 Flujo de beneficios netos.....	55
Ilustración 21 Cadena actual en la distribución de tarjetas inteligentes	72
Ilustración 22 Flujo físico de tarjetas inteligentes en escenario propuesto.....	75
Ilustración 23 Flujo lógico de tarjetas inteligentes en escenario propuesto.....	76
Ilustración 24 Comparación de NFC con otras tecnologías.....	80
Ilustración 25 Flujo de Beneficios Netos (\$MM)	91



3. Introducción

A lo largo de los años han aumentado considerablemente todos los bienes y servicios que están a la disposición de la gente, dándoles variedad en cada uno de éstos. Ante esta gran expansión se ha tenido que evolucionar en los métodos de pago que se utilizan para poder realizar las transacciones. La humanidad ha pasado por el trueque, la moneda, los billetes, cheques entre otros métodos que muchos de ellos aún quedan pero con mucha menos frecuencia, dándole más terreno a los nuevos métodos que van surgiendo a medida que avanza la tecnología. Con la nueva tecnología, sin duda los usuarios son los que terminan más beneficiados, consiguiendo muchas más facilidades.

En estos últimos tiempos el uso de los celulares es cada vez mayor, trayendo consigo muchas funcionalidades, que cada vez se alejan más que simplemente telefonía. Todas estas nuevas funcionalidades les han permitido a las personas el día de hoy tener una interconectividad cada vez mayor. Uno de las funcionalidades que está tomando mucha fuerza el día de hoy es el celular como una forma de pago. Esta “billetera virtual” les permitiría a las personas hacer todo tipo de transacciones, en las cuales se encuentra una de las más recurrentes en la vida diaria de las personas, el transporte público.

Esta situación es tomada desde una visión estratégica, que trata de tomar todos los factores que afectan en el avance a una nueva tecnología en las formas de pago, de modo que Metro Valparaíso pueda estar siempre a la vanguardia y ser uno de los pioneros en esta nueva era digital de la forma de pago.



4. Tema

El tema en esta memoria consiste en generar un plan de negocios a la empresa Metro de Valparaíso para poder implementar la tecnología NFC aplicada a los teléfonos Smartphone, incorporándola en los procesos de pago de pasajes.

Para realizar este análisis se ocupan principios de la mejora continua que permita a empresa poder aplicar este nuevo proceso e ir mejorándolo de manera constante en el tiempo. Inicialmente se realiza un análisis interno y externo de la compañía para poder determinar el escenario actual de Metro Valparaíso, también se muestra cómo funciona actualmente la compañía en los procesos de sistemas de pago. Luego se propone la situación de mejora con todos los antecedentes correspondientes y requerimientos necesarios. Finalmente se propone un sistema de control que pueda servir a la empresa para chequear los avances y beneficios del nuevo proceso e ir mejorándolo continuamente.



5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Generar un plan de negocios a la empresa Metro de Valparaíso que le permita aplicar la tecnología NFC aplicada a teléfonos Smartphone a los procesos actuales de sistema de pago.

5.2 Objetivos específicos

- Poder comprender el actual mercado en que se encuentra la compañía. Mostrando todos los elementos de la industria que pueden afectar a la compañía tanto positiva como negativamente, esto mediante a la compilación de información del mercado en el que la empresa se desenvuelve.
- Conocer la situación actual en que se encuentra la empresa, en base a información de la misma compañía como la del mercado en que esta se encuentra.
- Hacer partícipe a la empresa de el gran avance que están teniendo muchas de las compañías dado el avance tecnológico que se presenta en la vida cotidiana de las personas, siendo uno de las empresas precursoras de la aplicación de la tecnología NFC aplicadas a celulares.
- Generar un plan de control a la mejora propuesta para que pueda haber un proceso de mejoramiento continuo.

6. Metodología

En esta memoria se utilizará la metodología PDCA basada en el ciclo de Deming, conocida en español como el ciclo PHRA.

Las siglas del ciclo PHRA determinan su metodología. Planificar (Plan), Hacer (Do), Revisar (Check) y Actuar (Act).

Ilustración 1 Ciclo PHRA



El ciclo PHRA parte con la planificación que consta de evaluación de los procesos actuales en conjunto de establecer los objetivos para obtener el resultado esperado. Luego se realiza la segunda fase del ciclo que es el hacer, en el que se implementan los procesos sugeridos. Luego se pasa con el siguiente paso que es verificar, en el que se analizan los resultados obtenidos y se comparan con los resultados esperados para evaluar si se ha producido la mejora esperada. Finalmente se procede a la última fase del ciclo que es el



actuar en el que se modifican los procesos actuales según los resultados obtenidos en la tercera fase y aplicar las mejoras detectadas en este paso anterior.

En esta memoria, en la etapa de la planificación se harán análisis tanto internos como externos de la empresa. En la parte de análisis interno se hará una cadena de valor de la empresa, en el que se señalará todos los procesos que pasan por la empresa para poder entregar el servicio al cliente. Luego en el análisis externo se ocupará el análisis PESTA, que tendrá la finalidad de ver el entorno de la empresa en todos los aspectos más relevantes de la industria en que se encuentra. Finalmente, haciendo una recopilación de las dos herramientas previamente mencionadas, se realizará un análisis FODA que permitirá comprender de mejor manera el actual pasar de la empresa en términos internos y externos. Junto a eso se mencionará cuál es el actual proceso con que cuenta la empresa para realizar las transacciones relacionadas al pago de pasajes.

Después se hará la situación futura de la empresa, que corresponde al nuevo escenario que se enfrentará con la mejora propuesta. Junto a ello se expondrán todos los antecedentes y requerimientos que se necesitan para poder aplicar la mejora. Se hará un análisis de crecimiento de productos y mercado que experimentará la compañía al aplicar esta mejora.

Finalmente se propondrá un sistema de chequeo que permita controlar continuamente el proceso de mejora, para que el proceso pueda ir potenciándose positivamente con el pasar del tiempo.



7. Alcance

El rango de acción del proyecto es para todos los usuarios que utilicen el transporte público, principalmente el metro, en la región de Valparaíso. El tipo de alcance se rige a la evaluación de la situación actual de la empresa, la situación futura de ésta con la mejora implementada y la propuesta de un sistema de control para el proceso implementado. Se excluye la implementación real del proyecto por los costos monetarios que esto significa.

El tipo de alcance es totalmente exploratorio dado que se debe investigar de nuevos procesos de pago que son prácticamente nuevos en el país, sea cual sea la industria. Por lo que el alcance del proyecto en aspectos económicos, sociales, culturales, etc. Serán basadas a experiencias pasadas en países que hayan experimentado, tanto cómo versión definitiva o cómo de prueba, esta mejora de procesos.



8. Antecedentes Generales

8.1 Metro Regional de Valparaíso S.A

La historia de Metro Valparaíso se remonta al siglo XIX, cuando comienzan a construirse las primeras vías férreas para conectar al país. William Wheelwright presentó al gobierno de Chile un innovador proyecto para la construcción de un ferrocarril entre Santiago y Valparaíso, capaz de cubrir en 8 horas el recorrido que hasta ese entonces tomaba varios días.

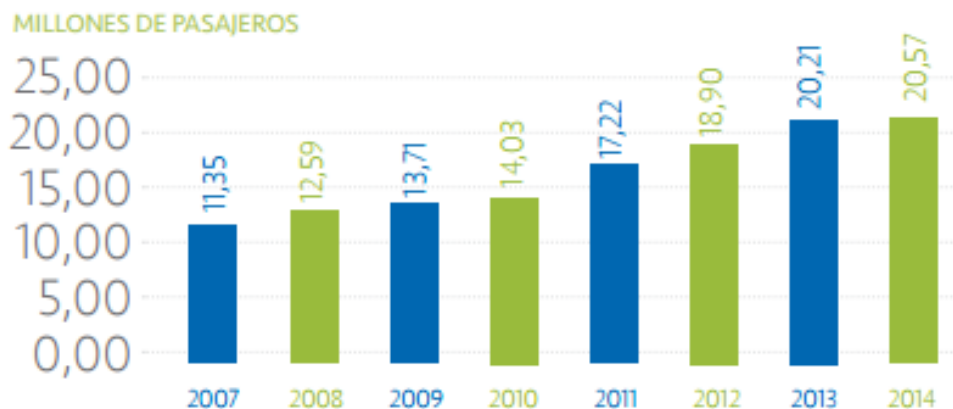
Después de varios años operando en este estilo, en 1988 se determina el fin del servicio ferroviario a Santiago, quedando solamente en operación el tramo local comprendido entre Limache a Puerto.

La formación de Metro Regional de Valparaíso S.A se constituye mediante escritura pública en 1995. En 1999 se decide desarrollar el proyecto IV etapa que consideraba el hundimiento de la vía en Viña del Mar y la modernización en el servicio, implicando nuevos trenes y servicio de pago. Los nuevos trenes empezaron a operar el 22 de Febrero de 2005.

Metro Valparaíso aumenta año a año la demanda de pasajeros. El 2014 transportó un total de 20,57 millones de pasajeros, aumentando en un 93,13% respecto al 2007¹.

¹ (Metro Valparaíso S.A, 2015)

Ilustración 2 Cantidad anual de pasajeros Metro Valparaíso



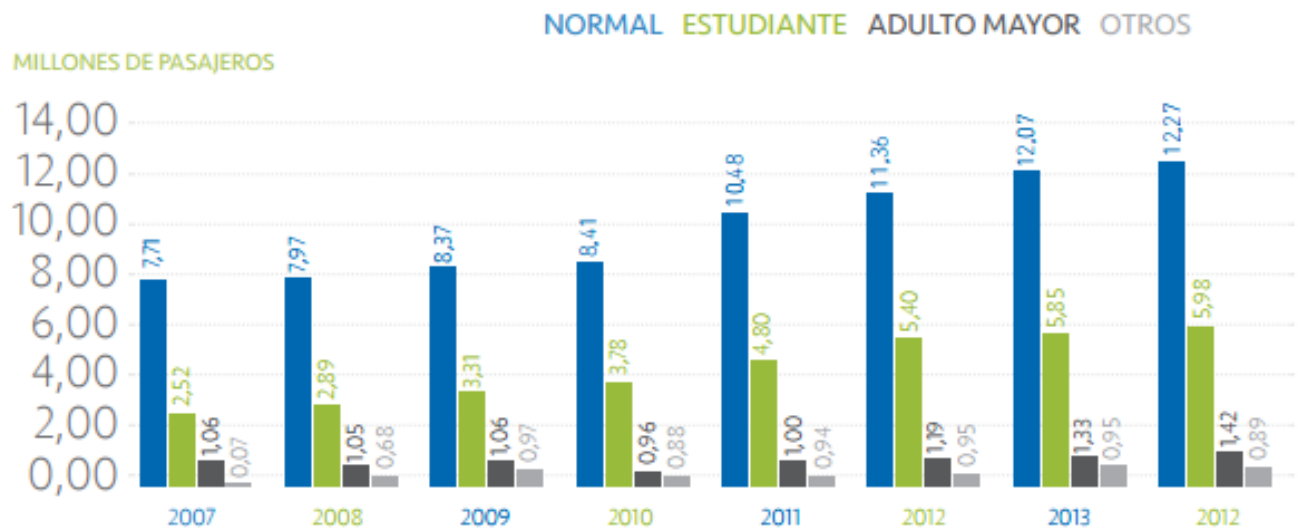
La empresa cuenta con 4 tipos de pasajeros.

- Público General: Posee una tarjeta recargable normal que adquiere solo por primera vez y que luego la utiliza para realizar los viajes deseados.
- Estudiante: Tiene una tarjeta personalizada y nominativa que adquiere mediante a certificados obtenidos por la institución estudiantil al cuál pertenezca, obteniendo una rebaja del pasaje.
- Adulto Mayor: El caso es similar al de los Estudiantes, a diferencia que el discriminador en estos tipos de usuarios es su rango de edad.
- Otros: Están los demás tipos de usuarios que tengan tarjetas personalizadas (anuales, mensuales, convenios, etc.). También se encuentran los viajes especiales que se hacen en metro previo acuerdo con Metro Valparaíso.

El usuario normal es en el que se concentra la mayor parte de la demanda de metro, seguido por los Estudiantes, tercera edad y los otros previamente mencionados. En

el 2014 los usuarios generales fueron poco más de 12 millones de pasajeros, casi un 60% de los viajes realizados. Mientras que los estudiantes fueron casi el 30% de los pasajes, aproximadamente unos 6 millones de estudiantes anuales transportados².

Ilustración 3 Cantidad anual de pasajeros Metro Valparaíso por tipo



Metro Valparaíso tiene una flota de 27 trenes que pueden ser acoplados para que funcionen como unidades dobles en los horarios punta (de 07:00 a 09:00 y de 18:00 a 20:00) teniendo una capacidad máxima de 400 personas por vagón.

Metro Valparaíso es una Sociedad Anónima Cerrada. La Empresa de Ferrocarriles del Estado tiene 708.962.195 acciones (de un total de 708.962.495) que equivalen al 99,99%, mientras que el Servicio de Trenes Regionales S. A. (Ex - Ferrocarriles del Sur S. A.) posee 300 acciones (de un total de 708.962.495) que equivalen al 0,01%.

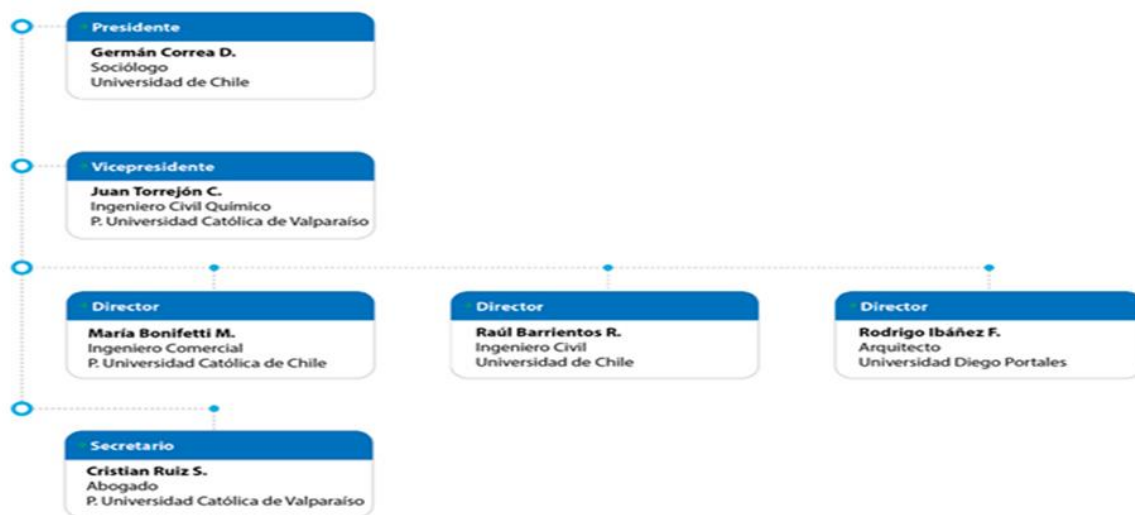
² (Metro Valparaíso S.A, 2015)

Ilustración 4 Propietarios Metro Valparaíso

Propietarios	Acciones	%
<i>Ferrocarriles del Estado</i>	708.962.195	99,99%
<i>Servicio de Trenes Regionales S.A</i>	300	0,01%
Total	708.962.495	100,00%

El directorio de Metro Valparaíso está compuesto por su presidente Germán Correa, vicepresidente Juan Torrejón y constan con tres directores.

Ilustración 5 Directorio Metro Valparaíso



La Gerencia General Corresponde a Marisa Kausel que está a cargo de 4 grandes áreas en la compañía, las cuáles son:

- **Gerencia de Administración y Finanzas:** Su función es coordinar y controlar la administración de recursos humanos, materiales y financieros que conforman las distintas áreas. Además es responsable de la obtención y control de la documentación e información necesaria para la elaboración de los estados financieros de Metro Valparaíso, además es



responsable del desarrollo y mantención del sistema contable, de la preparación de estados financieros, balances e informes financieros – contables. Asimismo tiene a cargo el control presupuestario. Se reporta a la gerencia general.

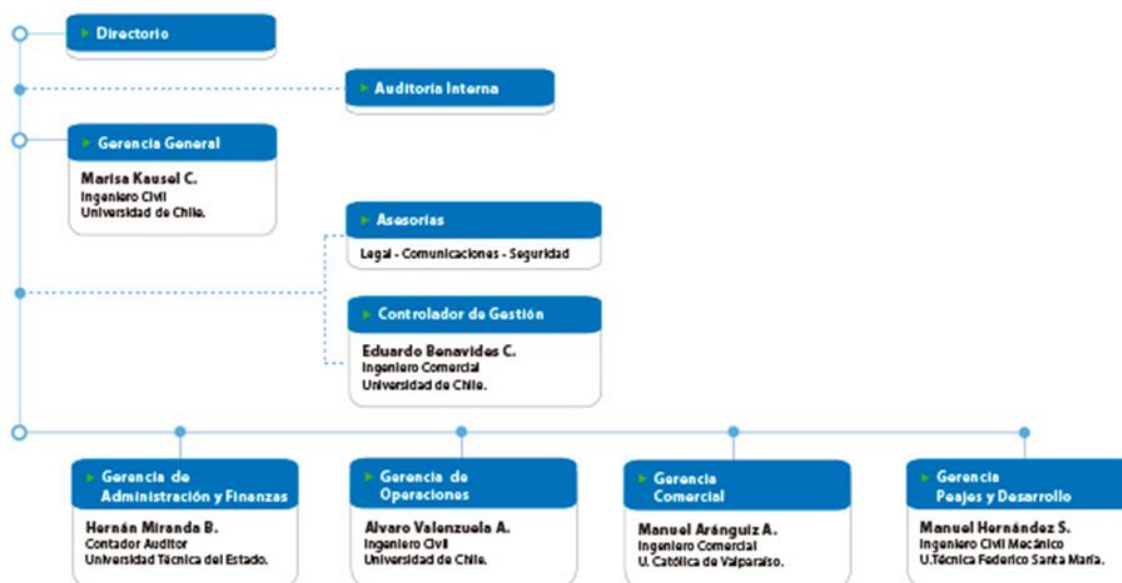
- **Gerencia Comercial:** Sus funciones se orientan hacia la implementación y el desarrollo de estrategias y planes de marketing, ventas de productos y servicios, así como la mejora de actual imagen corporativa de la empresa y servicios asociados. Asimismo es responsable por la atención al cliente y colocación de los productos que la empresa comercializa en el mercado para obtener de ellos la máxima rentabilidad. Se reporta a la gerencia general.

- **Gerencia de Operaciones:** Su función es el desarrollo de los procesos relacionados con el tráfico operacional, el mantenimiento del equipo tractor, las instalaciones estratégicas, la prevención de riesgos profesionales, las comunicaciones, sistema de señalización y electrificación ferroviaria. Asimismo tiene la responsabilidad del aprovechamiento del equipo tractor con que cuenta la empresa para desarrollar en forma eficiente la actividad de transporte de pasajeros. Además está encargada de administrar los contratos relacionados con la mantención y reparación de automotores. Se reporta a la gerencia general.

- **Gerencia de Peajes y Desarrollo de Sistemas:** Sus funciones se dividen en la administración del sistema de peajes y de la informática interna. La administración del sistema de peajes involucra todos los aspectos relacionados con el sistema tecnológico de

cobro con que cuenta Metro Valparaíso, adecuación del sistema a cambios de sus variables, como son las tarifas y otros parámetros; el mantenimiento de equipos de software; adecuación del sistema a nuevos requerimientos, entre ellos, cambio de esquemas y niveles tarifarios; administración de la base de datos motora del sistema; procesamiento de la información que se obtiene sobre los viajes y consumo diarios realizados por los usuarios; así como velar por la integridad del sistema y de su información. La informática interna, en tanto, contempla tareas relacionadas con entregar a los usuarios tecnología computacional y soporte para su adecuado uso. El uso de esta se debe mantener regulado por procedimientos corporativos que aseguren la integridad de la información, el uso adecuado de los equipos. Adicionalmente debe velar por la integridad de la información de los usuarios. Se reporta a la gerencia general.

Ilustración 6 Organigrama Metro Valparaíso



Metro Valparaíso tiene como misión “Otorgar un servicio de transporte que contribuya a la sustentabilidad del transporte en la región de Valparaíso.” Agregando todo el énfasis que pone la empresa a la calidad del servicio entregado para así poder ser un medio de transporte grato.

La compañía tiene diversos medios de ingresos, ya sea por medio de venta de pasajes, venta y personalización de tarjetas y por venta de espacios publicitarios. La venta de pasajes es la forma de ingreso más grande que tiene la empresa. En el año 2014 alcanzó un total aproximado de 13 mil millones de pesos en ingresos solo por conceptos de ingresos de transporte de pasajeros³.

Ilustración 7 Ingresos tarifarios de Metro Valparaíso

INGRESOS TARIFARIOS (MM\$)		
Mes	Año 2013	Año 2014
Enero	994	1.107
Febrero	871	974
Marzo	1.051	1.199
Abril	1.163	1.148
Mayo	1.031	1.120
Junio	1.022	867
Julio	1.057	1.058
Agosto	1.079	1.069
Septiembre	1.000	1.050
Octubre	1.133	1.167
Noviembre	1.071	1.099
Diciembre	1.075	1.171
TOTAL	12.547	13.030

En cuanto a beneficios brutos antes de impuestos, Metro Valparaíso lleva 3 años consecutivos consiguiendo números positivos, lo que habla de la buena capacidad que ha

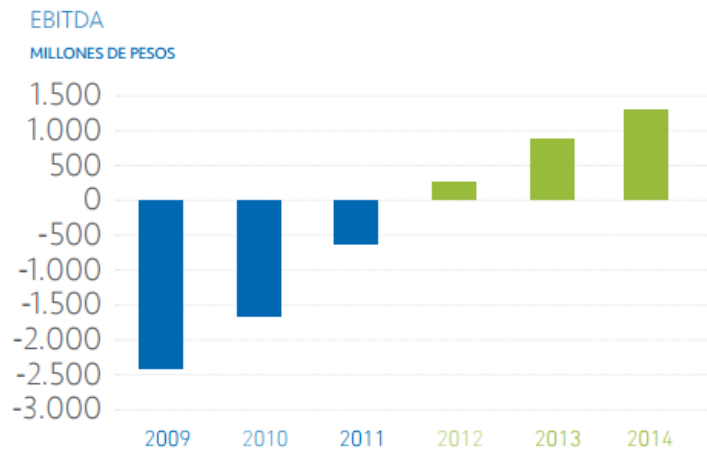
³ (Metro Valparaíso S.A, 2014)



tenido la empresa en estos últimos años para conseguir márgenes brutos positivos. El año 2014 la empresa logró un margen operacional positivo de unos \$1.240 millones, mejorando un 34% respecto al equilibrio operacional⁴.

Ilustración 8 EBITDA Metro Valparaíso por año

EBITDA	
AÑO	MM\$
2009	-2.429
2010	-1.619
2011	-652
2012	238
2013	919
2014	1.240



⁴ (Metro Valparaíso S.A, 2015)



8.2 Definición de la Problemática

El mundo está evolucionado y cada vez los avances tecnológicos hacen casi obligatorio la evolución de cada cosa que nos rodea para que así puedan avanzar todo casi en masa.

Uno de los temas en que se ha avanzado constantemente por temas de comodidad es la forma en que se manifiesta el dinero como medio de pago. Constantemente se ha visto como las tarjetas de crédito van desplazando a los billetes y monedas por su comodidad y la capacidad de llevar grandes cantidades de dinero en una mínima cantidad de espacio. A cargo de estos requerimientos están las tarjetas inteligentes, aumentando sus funcionalidades a muchas áreas, y saliendo del campo único de medio de pago.

En el principio de los tiempos la humanidad para poder adquirir nuevas cosas lo hacía mediante a trueques, y esto no fue sino hasta los 600 AC. Donde se introdujo el dinero como algo físico. Desde ese entonces se ha pasado por monedas, cheques y billetes, elementos que aún quedan en funcionamiento pero cómo va la evolución de la tecnología están tendiendo poco a poco a desaparecer.

El panorama no cambia sino hasta los años 1900 dónde las compañías petroleras crean las primeras tarjetas de crédito que han ido evolucionado considerablemente con el tiempo. En 1997 se crea el primer servicio bancario a través de internet por la compañía Nationwide Building Society.

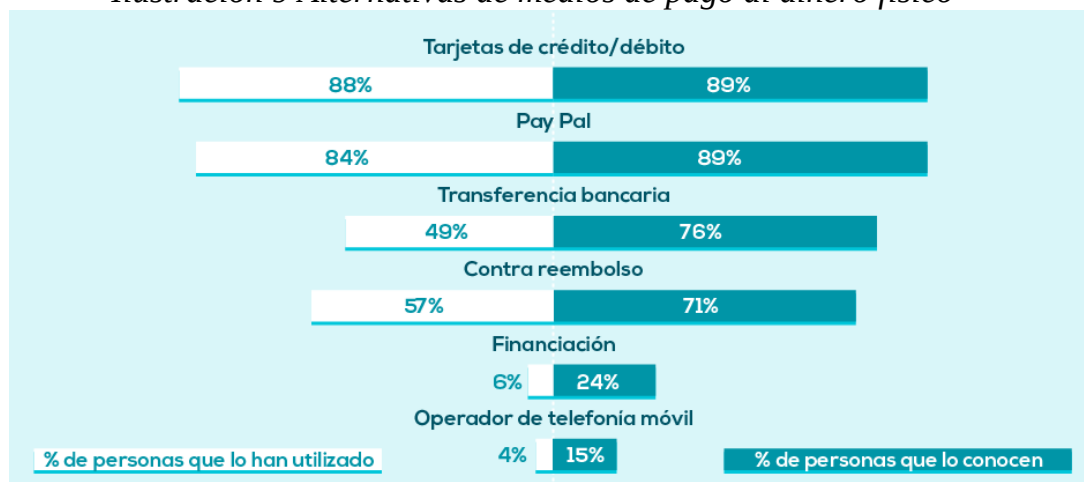
El año que marca un punto de inflexión importante es el 2003, cuando sale al mercado la primera tarjeta inteligente, vale decir, la primera tarjeta con un chip incorporado que

permite el intercambio de información. Años más tarde, en 2007, aparecen las primeras tarjetas de crédito contactless, quiere decir que no necesitan contacto con el aparato receptor para realizar la transferencia de información.

El mercado mundial de tarjetas inteligentes aumenta cada año basado en fundamentos como su seguridad, confiabilidad y portabilidad. Tanto así que desde que se lanzaron este tipo de tarjetas, el mercado entero se ha tenido que adaptar a esta nueva tecnología, aplicándose a áreas corporativas, de la salud, de transporte entre otros. Estas tarjetas han podido aprovechar el gran avance tecnológico que han tenido los celulares en cuanto a su software y su hardware que se complementan con la masiva expansión del internet móvil a lo largo de gran parte de países del mundo.

Actualmente hay muchas alternativas al dinero físico, siendo las tarjetas de crédito y débito las de mayor conocimiento y uso, donde casi el 90% de la gente tiene acceso a éstas⁵.

Ilustración 9 Alternativas de medios de pago al dinero físico



⁵ (Equipo Editorial A un Clic de las TIC, 2014)



Una tarjeta inteligente está compuesta principalmente por un chip que permite compartir información con un receptor de forma rápida y segura, existiendo diferentes tipos de tarjetas inteligentes que utilizan diferentes tipos de tecnologías pero que cumplen la misma funcionalidad. El medio físico más usado es el de la tarjeta común que se ocupa para realizar pagos, proporcionar identidad u otros usos. Pero con la tecnología reciente se ha podido incorporar ese chip a aparatos electrónicos de uso cotidiano como el teléfono celular.

Actualmente Metro Valparaíso hace uso de esta tecnología. Para poder efectuar el pago de los pasajes por parte de los usuarios, la compañía les da la posibilidad de adquirir una tarjeta inteligente con interfaz inalámbrica (contactless), que cuenta con un chip de memoria. Esta tarjeta, posee una tecnología llamada Mifare. Este tipo de tecnología es la que tuvo que soportar más de 20 millones de viajes el 2014 y ascendientes cada año.

El aumento de pasajeros en Metro Valparaíso es evidente y esto es el reflejo del aumento de la población de la quinta región. Según el último censo realizado el año 2012, la población creció un 12% respecto al 2002, esto corresponde aproximadamente a un aumento de 190.000 habitantes en 10 años. Actualmente hay poco más de 1,7 millones de personas que habitan en la región de Valparaíso⁶, y gran parte de la población ocupa medios de transportes públicos para sus diarios, entre ellos Metro Valparaíso. La congestión de gente que se presenta dentro de los trenes y en las mismas estaciones cada vez es peor,

⁶ (INE Chile, 2012)



situación que se agudiza entre 7 y 9 AM y 6 y 8 PM. Metro viendo esta problemática ha adquirido 5 trenes con una tecnología superior a la de los actuales, y serán puestos en marcha principalmente en los horarios de más afluencia de gente. Esto permitirá aumentar la frecuencia de los trenes, que ayudará a abarcar una mayor cantidad de pasajeros, disminuyendo así las grandes congestiones de gente en los trenes. Pero este no es el único punto en el que se presentan aglomeraciones de gente, también están presentes en las cajas a la hora de tener que cargar su tarjeta para poder pagar su pasaje. Esta situación claramente es una problemática que no se va a solucionar con la llegada de nuevos trenes. Las tarjetas que actualmente ocupan los pasajeros de metro necesitan pasar por un receptor en boletería que les actualice el saldo, imposibilitando a los pasajeros a saltarse este proceso en caso de que no tengan saldo.

Mifare es un tipo de tarjetas inteligentes que permite el almacenamiento de memoria. Puede ser inalámbrica o a contacto, depende de la necesidad de lo que se desee implementar. Mifare nace como estándar en tarjetas inteligentes en 1994, implementándose por primera vez en la ciudad de Seúl en 1996, como primer sistema de transporte con tarjetas inteligentes, a partir de ese momento es implementado en varias ciudades del mundo, entre ellas Sao Paulo, Washington y Bogotá.

Las necesidades para impulsar un cambio en la implementación en Valparaíso de Chile radica en dos términos centrales: La evolución del mercado tecnológico mencionado anteriormente que impulsa nuevos horizontes y la vulnerabilidad detectada en las tarjetas Mifare. Esta tarjeta es desarrollada bajo un sistema de cifrado de datos denominado



CRYPTO-1, el cuál es un algoritmo desarrollado por la misma empresa, por lo tanto, si se conoce el cifrado en las tarjetas se puede modificar a gusto el contenido de éstas.

Dentro de las ventajas del avance tecnológico están las facilidades en todo ámbito que pueden adquirir tanto usuarios como proveedores en la entrega de bienes o servicios. Pero también están las desventajas del proceso de adaptación que tienen que sufrir los proveedores y clientes. En cuanto a los clientes, cada vez se las va dando más posibilidades para adquirir estas nuevas tecnologías, que tienen ciclos de vida totalmente cambiantes. Por tanto existe una suma necesidad de parte de los proveedores de bienes y servicios, de Metro Valparaíso en este caso, estar siempre a la vanguardia e ir avanzando junto a los avances tecnológicos que se van produciendo día a día. Tal como pasó en el año 2005, cuándo Metro Valparaíso tuvo que modificar su sistema de pago dado el avance tecnológico, los avances están apresurando a la compañía a que tenga cambios en la tecnología de sus tarjetas inteligentes, sobre todo cuando la empresa tiene como misiones a futuro de integrarse al transporte terrestre de la región.



9. Marco Teórico

La manera de operar de Metro Valparaíso en cuanto al pago de pasajes es muy similar al metro de Santiago y de otros países. La compañía pone a la venta al público en general una tarjeta inteligente que es necesaria para marcar el inicio y fin de recorrido.

Hay distintos tipos de usuarios en los que están el usuario general, estudiantes, adulto mayor, personas con discapacidad y otros usuarios que tengan tarjetas personalizadas ya sean porque son trabajadores, conyugues de trabajadores u otro beneficio que tenga Metro Valparaíso con otras empresas. De estos usuarios hay algunos (trabajadores de la empresa, convenios con instituciones, etc.) en el que el viaje es liberado, por lo tanto no cuentan con saldo. Otro tipo de usuarios (tarjetas anuales y diarias/turista) pueden comprar tarjetas personalizadas en cualquier fecha del año permitiéndole viajar ilimitadamente dentro del periodo establecido por la tarjeta (tarjeta anual son 365 días y diaria/turista 1 día desde que se compra el beneficio), estas tarjetas son personales y en el caso de la tarjeta anual es nominativa.

El resto de los usuarios usan tarjetas de prepago que tienen que marcar en el inicio y en el fin del recorrido para así determinar la tarifa del viaje realizado. En el tramo final es cuándo el validador determina si el usuario tiene o no saldo para realizar el viaje, en el caso de que no tenga suficiente dinero en la tarjeta, tendrán que cargarla en la boletería establecida en la estación para así poder salir de la estación. Este sistema de tarjetas



inteligentes se puso en marcha en Metro Valparaíso desde el año 2005 y está vigente a la fecha⁷.

9.1 Tarjetas Inteligentes

Básicamente, una tarjeta inteligente es una tarjeta que tiene incorporado un chip en su interior que le permite intercambiar información⁸. Existen distintos tipos de tarjetas inteligentes y pueden ser categorizadas según distintos criterios⁹:

Tarjetas inteligentes por chip:

- *Tarjetas con un chip con microprocesador/micro-controlador*: El caso de las tarjetas inteligentes que utilizan un chip de micro-controlador se utiliza para almacenar principalmente información que luego es procesada por el chip de la tarjeta.
- *Tarjetas con un chip de memoria*: Sus funcionalidades se restringen únicamente a almacenar información directamente en la memoria de la tarjeta

Tarjetas inteligentes por tipo:

- *Tarjetas por contacto*: Este tipo de tarjetas son activadas gracias a su lector. El uso común que se les da a este tipo de tarjetas está principalmente en la industria de la telecomunicación como una tarjeta SIM.

⁷ (Metro Valparaíso S.A, 2014)

⁸ (Universidad Politécnica de Madrid, 2014)

⁹ (Transparency Market Research, 2014)



- *Tarjetas inalámbricas:* A diferencia de las tarjetas por contacto son tarjetas autosuficientes, ofreciendo mucho más seguridad que las anteriores.
- *Tarjetas de interfaz doble:* Son una combinación de los dos tipos de tarjetas previamente mencionados. Dado a su gran fiabilidad, sectores como los bancarios y gubernamentales se encuentran las tarjetas bancarias, cédulas de identidad y pasaportes.
- *Tarjetas híbridas:* Son tarjetas que poseen más de un chip en su interior, evitando la interferencia entre éstos, permitiendo una gran cantidad de aplicaciones que se pueden desarrollar con este tipo de tarjetas.

Tarjetas inteligentes por uso:

- *Telecomunicaciones:* Comúnmente podemos ver estas tarjetas en los SIM de celulares.
- *Servicios Financieros:* Tarjetas de crédito y débito.
- *Gobierno:* Cédulas de identidad y pasaportes.
- *Transporte:* Las usadas comúnmente en el transporte público en gran cantidad de países del mundo.
- *TV Pagada:* Principalmente en la televisión por satélite.
- *Salud:* Tarjetas para hacer un control de identidad de clientes y trabajadores.
- *Otros:* Asociado generalmente a la identificación de personal.



Metro Valparaíso ocupa tarjetas inteligentes con tecnología Mifare. Esta tecnología es capaz de leer y escribir en la tarjeta, pero su principal funcionalidad es el de almacenar datos en su memoria interna. Mifare constituye un estándar tecnológico para comunicaciones de “no contacto” a 13,56MHz cuyo propietario es Philips Electronics. Esta tecnología permite leer y escribir en etiquetas RFID. A su vez, Mifare está descrita en el estándar ISO 14443 Tipo A. Las etiquetas Mifare permiten incrustar un módulo opcional de chip inteligente de contacto. En caso de hacerlo, la etiqueta también cumpliría con el estándar ISO 7816. Pero también está diseñada para tener una banda magnética. En la configuración con banda magnética, la etiqueta también cumple con el estándar ISO 7811¹⁰. Estas tarjetas fueron creadas en un principio para realizar transacciones de pago en el sector del transporte público. Tiene la particularidad de que este tipo de tarjetas inteligentes no necesitan contacto para poder realizar sus funciones, dado que tienen un alcance (corto) para realizar la lectura de ésta por parte del lector.

La transmisión de datos por radiofrecuencia entre la tarjeta y el lector Mifare se encriptan. Sin embargo, los datos que almacenamos en la tarjeta no se encriptan. El acceso a los datos está protegido por una clave de 48 bits, por lo que solo pueden ser leídos por un lector que contenga la clave correcta. La tecnología Mifare permite la autenticación mutua entre la tarjeta y el lector. Se genera un número aleatorio y, de acuerdo con las claves, se envía un mensaje desde la tarjeta hasta el lector. El lector entonces le envía un mensaje a

¹⁰ (Broseta, 2012)



la tarjeta. Esta operación se realiza tres veces para verificar que la tarjeta que se ha presentado ante el lector es válida¹¹.

La decisión de búsqueda para nuevas tecnologías aplicables en las tarjetas inteligentes va totalmente de la mano con los avances tecnológicos, en este caso los celulares. El aumento de la demanda de teléfonos Smartphone es muy visible a toda hora del día ver cómo los teléfonos son cada vez más parte de la vida de las personas y cada vez más indispensables para la sociedad. Según un reportes existen 7 billones de dispositivos móviles suscritos globalmente que, para Mayo del 2014 (fecha de estudio), equivale a un 95,5% de la población mundial¹². En Marzo de 2014 se informó que se alcanzaron 5,5 millones de conexiones desde Smartphone en Chile, equivalentes al 73% de acceso a Internet de todo el país. Con una población de 17 millones de habitantes existen alrededor de 24 millones de celulares activos en el país, lo que muestra cómo han penetrado de manera absoluta el mercado¹³.

El tema de los teléfonos celulares es fundamental para poder dar este gran paso en temas de medio de pago en Metro Valparaíso. Esto es dado que hace algunos años, se ha estado implementando una nueva tecnología de comunicación entre dispositivos en los celulares Smartphone llamada NFC (Near Field Commucation) que permite aumentar considerablemente las funcionalidades de estos dispositivos. Teléfonos móviles con chips NFC permiten realizar pagos para transporte, restaurants e incluso realizar compras. Se ha

¹¹ (Qualica-RB, s.f.)

¹² (International Telecommunication Union, 2014)

¹³ (SUBTEL, 2014)



determinado que el total de teléfonos con NFC es de, aproximadamente, 440 millones a diciembre de 2014 y se estima que llegue a ser de 1420 millones para diciembre de 2018¹⁴.

9.2 Tecnología NFC

Near Field Commucation (NFC), es un tipo de tecnología para poder conectar dos dispositivos de manera inalámbrica y en corta distancia (no más de 10 centímetros)¹⁵. El proceso de creación de esta tecnología comenzó en el año 2002 cuándo las empresas Phillips y Sony intentaron crear formas de traspaso de datos y energía sin contacto. Phillips creó Mifare y Sony por su parte creó FeliCa, los dos basados en la tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia). En el año 2003, y bajo el estándar ISO 18092, es aprobada la tecnología NFC para que luego en el año 2004 se unan compañías como Sony, Nokia y Phillips para crear NFC-Forum.

El NFC-Forum es una organización sin fines de lucro a cargo de regular y determinar todos los estándares de NFC. Pero no es hasta el 2006 cuándo recién sale a la luz la primera especificación técnica de esta tecnología. Con esto logró conseguir el apoyo y participación de empresas como Google, Visa, PayPal, entre otros que ayudaron a acelerar el progreso del desarrollo de esta nueva tecnología.

Esta tecnología es compatible con el estándar ISO/IEC – 14443 para tarjetas de proximidad sin contacto. Tema de gran ayuda ya que bajo este estándar, NFC puede ser

¹⁴ (Deloitte, 2015)

¹⁵ (Haro, 2014)



utilizado en toda forma de pago que involucre la conexión sin contacto que exista actualmente.

Además de utilizar tecnologías interconectas, NFC se encuentra bajo el estándar RFID. RFID tiene como propósito transmitir la identidad de un objeto con número de serie único a otro mediante ondas de radio. Esto sumado a que NFC trabaja en frecuencia libre, permite que no necesite ningún tipo de licencia extra para su utilización¹⁶.

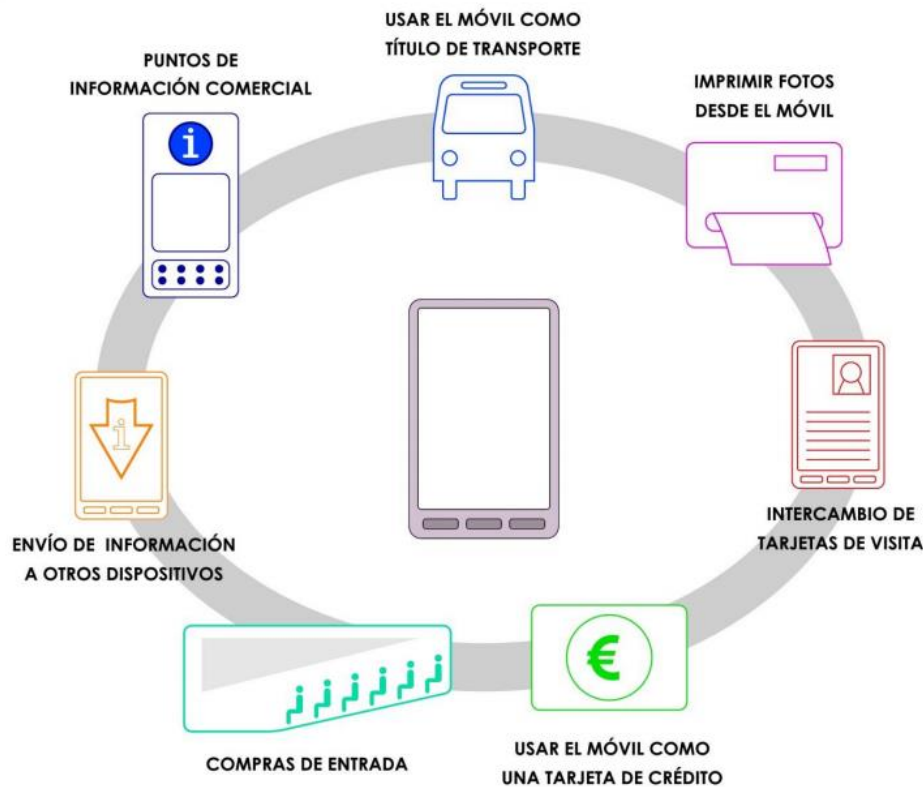
Se le pueden dar muchos usos a la tecnología NFC, dado que al tener poco alcance entre dispositivos, excluye a los dispositivos que estén en un rango alto y así puedan sustraer información de algún dispositivo, dando más seguridad a los usuarios. El medio de propagación más masivo que ha tenido esta tecnología es por medio de los teléfonos celulares de tipo Smartphone.

Vivimos en tiempos en que la digitalización es la clave para el futuro, se ven los celulares como el elemento que será indispensable en la vida de las personas. El teléfono celular mediante esta tecnología se podrá usar como medio de pago en diversos tipos de situaciones, podrá ser el portador de la información de cada persona eliminando así la cédula de identidad, o ser el control remoto para distintas actividades cotidianas o laborales, entre otras. Todos estos usos son posibles dado a la alta tasa de transferencia que tiene la

¹⁶ (Haro, 2014)

tecnología NFC, es de hasta unos 848 kbits/segundo. Esta velocidad permite que la transferencia de datos sea instantánea¹⁷.

Ilustración 10 Usos de tecnología NFC



9.2.1 ¿Cómo funciona la tecnología NFC?

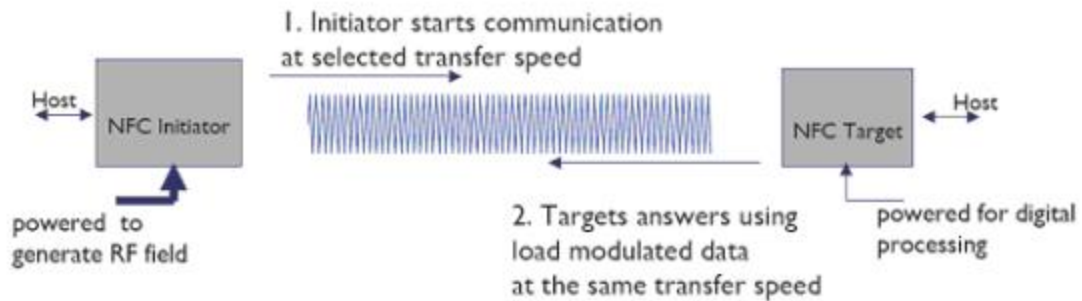
Funciona en base al acoplamiento inductivo, en dónde estos circuitos acoplados a pocos centímetros de distancia comparten energía y datos. La comunicación NFC se realiza entre dos entidades (peer-to-peer). Este protocolo trabaja en la banda de los 13,56 MHz¹⁸. Puede funcionar de distintas maneras, tales como:

¹⁷ (Haro, 2014)

¹⁸ (Sánchez, 2009)

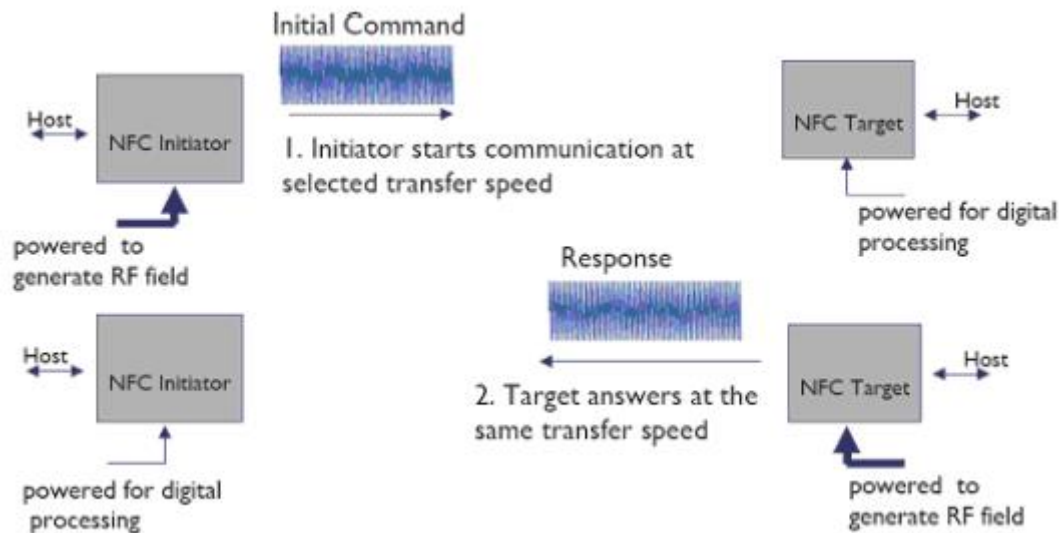
- Pasivo: El dispositivo que inicie la comunicación genera un campo electromagnético, condición el cuál aprovecha el otro dispositivo para transferir los datos.

Ilustración 11 Comunicación tipo pasiva en NFC



- Activo: Al contrario del pasivo, en este tipo de comunicación ambos dispositivos generan campos electromagnéticos.

Ilustración 12 Comunicación tipo activa en NFC





Así mismo existen 3 tipos de comunicación mediante esta vía.

- Punto a punto: Esta forma de comunicación permite a dos dispositivos NFC intercambiar datos o establecer comunicaciones.
- Lectura – Escritura: Un dispositivo NFC está destinado a leer/escribir sobre alguna etiqueta.
- Emulación de tarjeta: El dispositivo NFC se comporta como una tarjeta inteligente, sobre la cual un lector puede obtener información.

Para establecer una comunicación del tipo NFC es necesario pasar por cinco fases, cada una con una importante función específica. Estas etapas son:

- Descubrimiento: Los dispositivos comienzan a rastrearse en un comienzo y luego pasan al siguiente paso de esta etapa, el reconocimiento.
- Autenticación: Cada dispositivo tiene que verificar si es que el otro dispositivo tiene la autorización a establecer la comunicación. También se comprueba si tienen que establecer algún tipo de cifrado para la comunicación.
- Negociación: En esta etapa los dispositivos establecen los parámetros que van a ocupar en la comunicación, como la velocidad de la transmisión, el tipo de aplicación, su tamaño y definir la acción a ser solicitada.
- Transferencia: Una vez que ya se han establecido los parámetros para la comunicación, los dispositivos proceden a realizar el intercambio de datos.



- Confirmación: El dispositivo receptor confirma que se estableció oportunamente la comunicación y la transferencia de datos.

9.2.2 Elementos necesarios para establecer una comunicación vía NFC

Para establecer una comunicación vía NFC se ocupan habitualmente dispositivos que integren esta tecnología (en este caso teléfonos Smartphone con NFC incorporado) y lectores de NFC. Los lectores de NFC o Readers NFC usualmente están conectados a aparatos que permanecen en una superficie fija, y están conectados a computadores con la finalidad que puedan transmitir y/o recibir los datos que han sido comunicados por parte del dispositivo.

Generalmente se puede ver la comunicación entre un dispositivo NFC con un Reader NFC o un lector fijo, pero también existen variantes.

- *Móvil NFC – Etiqueta RFID*: Otra de las formas de comunicación NFC es la comunicación entre móviles NFC y etiquetas RFID. El dispositivo iniciador, en este caso el móvil y gracias a la energía emitida por el lector contenido en este y al circuito transpondedor integrado en la etiqueta RFID, podemos obtener la información contenida en la etiqueta y actuar en consecuencia. Del mismo modo se podrá escribir en la etiqueta RFID.



- *Reader NFC – Etiqueta RFID:* También es posible la comunicación en la que una etiqueta RFID puede ser leída y/o escrita por un lector o Reader fijo. Este Reader podrá estar conectado a un PC¹⁹.

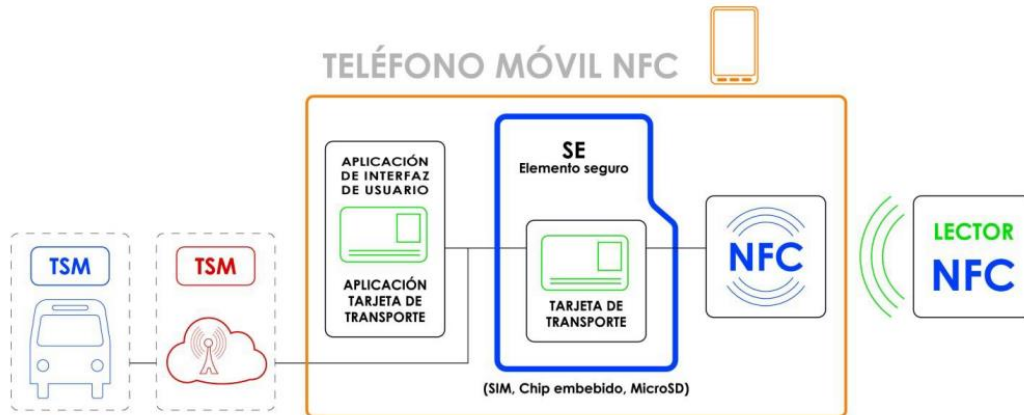
9.3 Estructura de tarjeta de transporte en un celular NFC

La estructura de la tarjeta de transportes en un celular consta de 3 partes separadas:

- *Aplicación de tarjeta de transporte:* El proveedor de servicios TSM (SP) estará encargado de hacer una aplicación para teléfonos que permita la visualización virtual de la tarjeta inteligente presente en el teléfono celular y del contenido de éste: saldo, viajes, etc. Este proveedor estará encargado de la mantención y elaboración de esta aplicación, que se adaptará a la interfaz de los distintos tipos de celulares.
- *Elemento Seguro:* Es el espacio donde está localizada la tarjeta de transportes. Es el encargado de establecer la conexión entre la tarjeta de transporte y el chip NFC presente en el teléfono.
- *NFC:* Es la tecnología presente en el teléfono celular portador de esta tarjeta virtual que va a permitir la comunicación con el lector NFC.

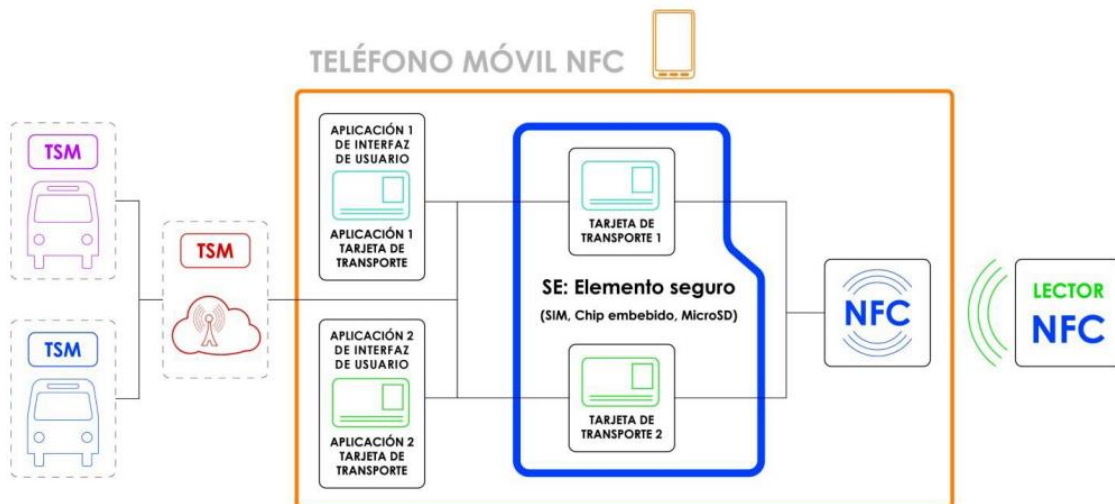
¹⁹ (Broseta, 2012)

Ilustración 13 Estructura tecnología NFC en Smartphone



Dentro del teléfono celular se puede tener más de una tarjeta (no solamente en el ámbito del transporte). El elemento seguro (SE) que está representado de forma física en el celular como el SIM, microSD o chip, está encargado de establecer la información de cada tarjeta de forma separada (según sea el uso de esta) con la tecnología NFC presente en cada teléfono celular.

Ilustración 14 Estructura tecnología NFC en Smartphone con 2 chip



9.4 Sistema operativo de celulares Smartphone y NFC

Un sistema operativo es un programa o conjunto de programas de un sistema informático que gestiona los recursos de hardware y provee servicios a los programas de aplicación, ejecutándose en modo privilegiado respecto a los restantes²⁰. En el caso de un sistema operativo para Smartphone son mucho más simples que los de un computador, dado que se enfocan principalmente a la comunicación inalámbrica del dispositivo hacia otros.

Un sistema operativo móvil es fundamental para que pueda funcionar un teléfono inteligente dado que tiene como funcionalidad conectar los programas asociados al teléfono con su hardware. En la actualidad existen muchos tipos de sistemas operativos que muchas veces van de la mano con quien es el productor del celular Smartphone, los principales sistemas operativos móviles que hay en el mercado son:

- *Android*: Es un sistema operativo que actualmente es producido por Google. Es el Sistema operativo con mayor volumen de ventas en la industria de teléfonos celulares con un 84,7% de volumen de mercado²¹.
- *iOS*: Es el sistema operativo móvil producido por la empresa Apple Inc. Es usado en los teléfonos inteligentes iPhone.
- *Windows Phone*: Es el sistema operativo móvil desarrollado por Microsoft. Es usado en los teléfonos Nokia Lumia y Microsoft Lumia.
- *BlackBerry OS*: Es un sistema operativo móvil desarrollado por BlackBerry.

²⁰ (Tanenbaum, 1992)

²¹ (IDC, 2014)



9.4.1 Sistema operativo móvil Android

Android fue diseñado principalmente para la aplicación en dispositivos inteligentes con pantalla táctil, tablets y teléfonos inteligentes, siendo estos últimos los que han dado el reconocimiento mundial. ES un sistema desarrollado por la empresa Google, presentado por primera vez el año 2007 con el teléfono HTC Dream, avanzando año a año con nuevas versiones que le han permitido consolidarse en lo que es ahora. Este sistema es por lejos el líder en ventas a nivel mundial de sistemas operativos móviles a través de la venta de Smartphone.

En diciembre del año 2010, con su versión 2.3 (Gingerbread), es la primera versión que es capaz de ocupar la funcionalidad de NFC, pero limitándolo solo a temas de lectura. No es hasta la actualización de Android 2.3.3 cuándo se implementa de forma completa de aplicación de NFC en el Smartphone para los usuarios, a la capacidad de lectura se le suma la escritura y la transmisión de datos.

La transmisión de datos es fundamental, dado que es la función necesaria para poder establecer comunicación entre dispositivos móviles que posean la tecnología NFC. A esto se suma a la funcionalidad de la escritura que le permite escribir en etiquetas con nueva información, abriendo un abanico gigante de posibilidades para ámbitos profesionales como la logística, etc.

Android a diferencia de iOS (segundo sistema operativo móvil con mayor volumen de ventas a nivel mundial) permite el uso libre de la tecnología NFC del Smartphone.



9.4.2 Google Play

Google Play es una plataforma que permite la distribución de forma digital de todas las aplicaciones diseñadas para los dispositivos con sistema operativo Android (Computadores, tablets, celulares Smartphone). Esta plataforma funciona como una tienda de tipo online, operada por Google, que permite a los usuarios navegar libremente por ésta y descargar aplicaciones previamente desarrollada por distintas compañías o personas.

Las aplicaciones que se encuentran en esta tienda en línea se pueden presentar de manera gratuita o con costo establecido previamente por el desarrollador de ésta. Para instalar estas aplicaciones no es necesario tener un computador, dado que se pueden instalar directamente desde el teléfono.

Los desarrolladores tienen servicio abierto para hacer disponible su contenido. La plataforma permite recibir retroalimentación pública en forma de calificación de parte de los usuarios que descarguen la aplicación. Para poder subir la aplicación a la tienda, es necesario registrarse como comerciante y subir su contenido, describiéndolo apropiadamente. Para poder registrarse como desarrollador y tener la facultad de subir aplicaciones es necesario pagar una cuota de registro de US\$ 25,00 mediante Google Checkout (servicio de pagos seguro en línea proporcionado por Google).

El pago hacia los desarrolladores se realiza por esta misma vía, recibiendo un 70% de las ganancias por la aplicación. El otro 30% es destinado a la comisión por el servicio entregado.



Existen diferentes formas para ganar dinero por una aplicación presente en Google Play, pudiendo ser gratis o con costo esta aplicación.

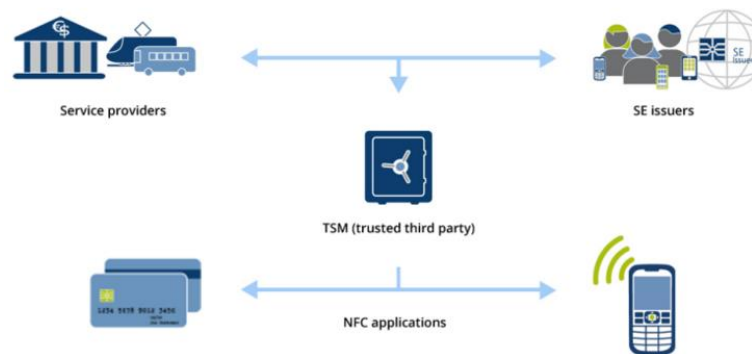
- *Modelo de pago*: Subir una aplicación a la tienda con precio establecido. Cerca del 40% de las aplicaciones en Google Play son pagadas²².
- *Freemium*: Son aplicaciones sin costo, pero tiene contenidos adicionales que el usuario puede acceder pagando adicionalmente.
- *In App*: Aplicaciones gratuitas, pero para obtener contenidos que hagan la aplicación más completa (en su uso) hay que realizar pagos.
- *In House*: Son aplicaciones desarrolladas para entornos empresariales.
- *De Suscripción*: Aplicaciones gratuitas pero se paga una suscripción temporal para acceder a la totalidad de los servicios.
- *Por Publicidad*: Aplicaciones que son gratuitas o de pago que incorporan publicidad integrada en la misma aplicación.

²² (Androidandme, 2012)

9.5 Trusted Service Manager

El TSM o “tercero de confianza” es un rol del ecosistema del NFC que actúa como el intermediario neutral que establece acuerdos comerciales y conexiones técnicas con los operadores de telefonía móvil, los fabricantes terminales o con otras entidades que controlen elementos seguros en los teléfonos móviles²³.

Ilustración 15 Trusted Service Manager



Existen dos tipos de TSM:

- *Fabricante del elemento seguro TSM (SEI)*: El SEI TSM está encargado de administrar todos los dominios de seguridad TSM para proveedores de servicios.
- *Proveedor de servicios TSM (SP)*: El SP TSM por su parte está encargado de administrar las aplicaciones del proveedor de servicios que se encuentran aplicadas al elemento seguro. Aparte de estar encargado de la administrar las aplicaciones, tienen la labor de estar a cargo del ciclo de vida de éstas.

²³ (Haro, 2014)

9.6 Ciclo PHRA

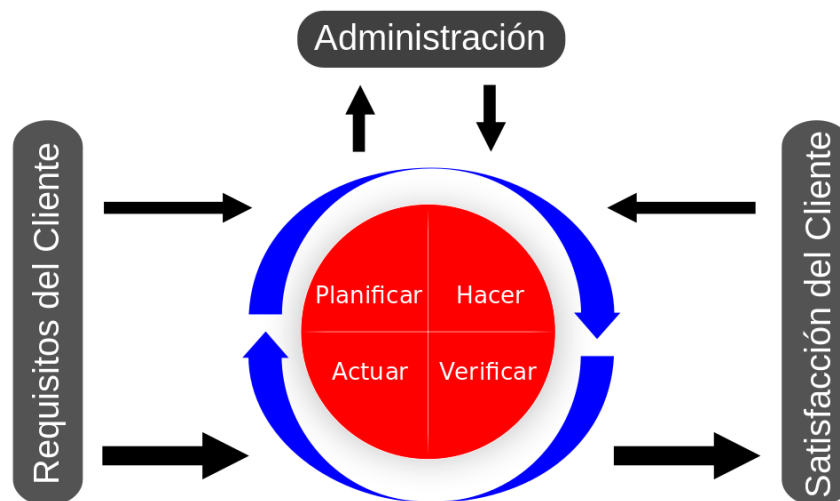
El ciclo PHRA, que en ocasiones se llama círculo de Deming, trasmite la naturaleza cíclica y continua del proceso de mejora continua de la calidad²⁴.

Este ciclo se basa en el principio de que todo puede ser mejorado. Esta metodología le permite a la empresa estar mejorando constantemente sus procesos que se traduce en una mejora integral en la entrega de sus productos o servicios hacia el cliente final.

El ciclo PHRA viene del inglés PDCA que significa Plan, Do, Check y Act. En la traducción al español, y lo que le da el título a la metodología ocupada, es el de Planear, Hacer, Revisar y Actuar.

9.6.1 Etapas del ciclo PHRA

Ilustración 16 Etapas ciclo PHRA



²⁴ (Chase & Aquilano, 1995)



- *Planificar:* Esta fase del ciclo es aquella donde se identifican un área de mejora y un problema específico. También es donde se lleva a cabo el análisis, con una o más herramientas para la identificación y resolución de problemas.
- *Hacer:* Esta etapa tiene que ver con implantar el cambio. Los expertos recomiendan que estos cambios se realicen en pequeña escala, documentando todo lo observado.
- *Revisar:* Se trata de evaluar todos los datos que se recopilieron durante la fase de “hacer”. Esta etapa tiene como objetivo evaluar si existen brechas entre los resultados obtenidos y los resultados esperados.
- *Actuar:* Es la etapa final del proceso y es donde se modifican los procedimientos detectados en la etapa anterior en caso que resulten positivos los análisis. En caso contrario se vuelven a realizar los procedimientos con el fin de encontrar uno que sea viable.

9.7 Cadena de Valor

Es un modelo que permite describir la serie de departamentos que realizan actividades que crean valor al diseñar, producir, comercializar, entregar y apoyar los productos de la empresa creado por Michael Porter en 1985²⁵. El análisis de la cadena de valor permite hacer más eficaz algún proceso productivo de la empresa. Además con este análisis se puede encontrar ventajas estratégicas, dado que se pueden encontrar propuestas únicas en el mercado, con la posibilidad de desarrollarlas. Existiendo dos tipos de actividades.

9.7.1 Actividades primarias

Son las actividades relacionadas directamente con la producción y comercialización del producto o servicio, son las siguientes:

- *Logística interna:* Son las actividades que tienen relación con la recepción, el almacenamiento y posterior distribución de todos los insumos necesarios para poder fabricar el producto o proporcionar el servicio.
- *Operaciones:* Actividades relacionadas con el proceso de transformación de los insumos recibidos al producto final.
- *Logística externa:* Una vez recibido los insumos transformados, es el proceso de almacenamiento y futura distribución de éste hacia el consumidor final.
- *Mercadotecnia y Ventas:* Todas las actividades que tengan como finalidad dar a conocer el producto o servicio al cliente.

²⁵ (Kotler & Armstrong, 2008)

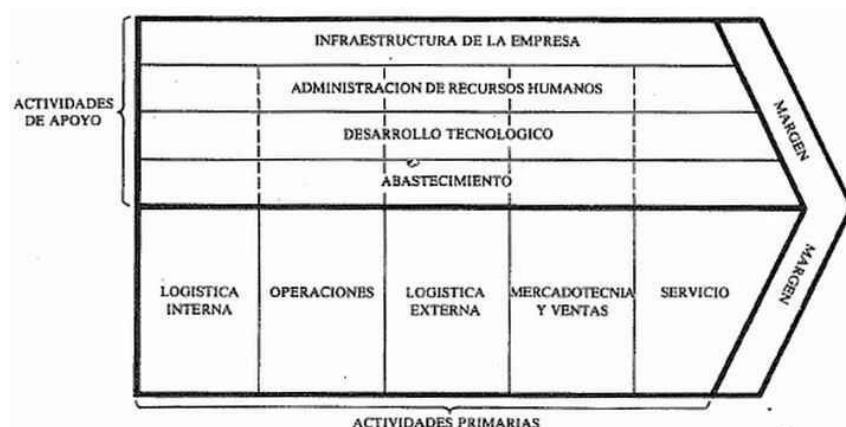
- *Servicio:* Actividades relacionadas con todos los servicios adicionales al producto o servicio entregado.

9.7.2 Actividades de apoyo

Son las actividades que dan valor al producto, pero no están relacionadas directamente a la comercialización y producción del producto.

- *Infraestructura de la empresa:* Actividades que den apoyo en todas las áreas de la empresa.
- *Administración de recursos humanos:* Lo relacionado a la búsqueda, contratación del personal de la empresa, y su posterior entrenamiento.
- *Desarrollo de tecnología:* Actividades relacionadas con la investigación y desarrollo de la tecnología que se requiere para realizar otras labores.
- *Abastecimiento:* Todas las actividades relacionadas con el proceso de compras.

Ilustración 17 Cadena de Valor



9.8 Análisis PESTA

Este es un análisis macro ambiental que busca estudiar cualquier variable que puedan afectar al mercado al cual perteneces la empresa. Esta herramienta de análisis está enfocada principalmente a factores externos que afectan a la empresa, dado que evalúa circunstancias que son ajenas a la empresa pero propias del mercado al cual pertenece. Las variables a estudiar están dadas por sus siglas: Política, Económica, Social, Tecnológica y Ambiental.

- *Política:* Indica todos los factores del tipo político que afectan a la empresa o al mercado. Factores como leyes, prohibiciones, regulaciones, etc.
- *Económica:* Factores del tipo económicos como las variaciones del ingreso, recesiones, crisis, etc. Estos factores influyen en gran parte el país en que la empresa ejerce su desarrollo, dado que tanto los clientes como la compañía se encuentra afectada por esta variable.
- *Social:* Se refiere a todos los factores sociales como las tendencias culturales, evolución del mercado objetivo, etc.
- *Tecnología:* Cómo los avances de la tecnología afectan al negocio. Éste, en conjunto con los sociales, son factores que cada vez toman más relevancia teniendo en consideración el aumento del uso en las redes sociales y todo lo que esto implica.
- *Ambiental:* Todos los factores ambientales en los cuales se ve inmerso la empresa. Estos factores pueden ser tanto del tipo social como legislativo.



9.9 Fuerzas de Porter

Es una herramienta creada por Michael Porter, que consiste en poder hacer un análisis del entorno en que se desarrolla la empresa y como le afecta a ésta. Mediante este análisis se pueden encontrar ventajas comparativas frente a la competencia y que permitan maximizar los recursos.

Para realizar este análisis Porter identifica 5 fuerzas que son las fundamentales que permiten visualizar el panorama general de la empresa en la industria. Estas 5 fuerzas son:

Poder de Negociación de los Clientes

Los clientes poseen un cierto poder respecto a los proveedores, dado que estos son los que le entregan la rentabilidad a la empresa. Al tener este poder, los clientes pueden organizarse para hacer presión sobre el proveedor para que baje los precios, o exigiendo una mejora de productos o servicios.

Hay puntos que son relevantes para determinar la fuerza que tienen los clientes sobre los proveedores. En el caso que los clientes sean pocos, pueden organizarse y generar presión para que haya un cambio en la entrega de productos o servicios, viéndose más difícil si los clientes son números más elevados. En el caso del número de proveedores, en el caso de que haya pocos, no tienen muchas posibilidades de cambiarse a la competencia. Caso contrario es el caso si hay muchos proveedores, donde el cliente si no le gusta el servicio o bien proporcionado puede perfectamente cambiarse a la competencia.



Poder de Negociación de los Proveedores

El poder de los proveedores frente a los clientes determina con qué facilidad pueden éstos variar factores como precio, calidad de un producto o servicio sin que se produzca un mayor impacto sobre los consumidores.

Factores tales como el de la clase de producto o servicio que proporciona la empresa es clave para determinar la fuerza que tienen como proveedores. Si es proporcionan un producto o servicio de características más únicas o sin sustitutos, el producto o servicio pasa a ser muy importante para el cliente, por lo que obtiene una ventaja. No así el caso si es que posee productos que pueden ser sustituidos, dándoles poca ventaja.

Riesgo de Nuevos Competidores

Este punto trata de que tan importante son las barreras de entradas de nuevos productos/competidores que están presentes en la industria. Si hay una industria en la que las barreras de entradas no son tan altas, hay una mayor amenaza que surjan nuevos competidores. Caso contrario es si existen barreras altas de entrada (Tales como: Economías de escala, diferenciación de productos, políticas gubernamentales, etc.) que permiten que entrar al mercado sea más difícil.

Amenaza de Productos Sustitutos

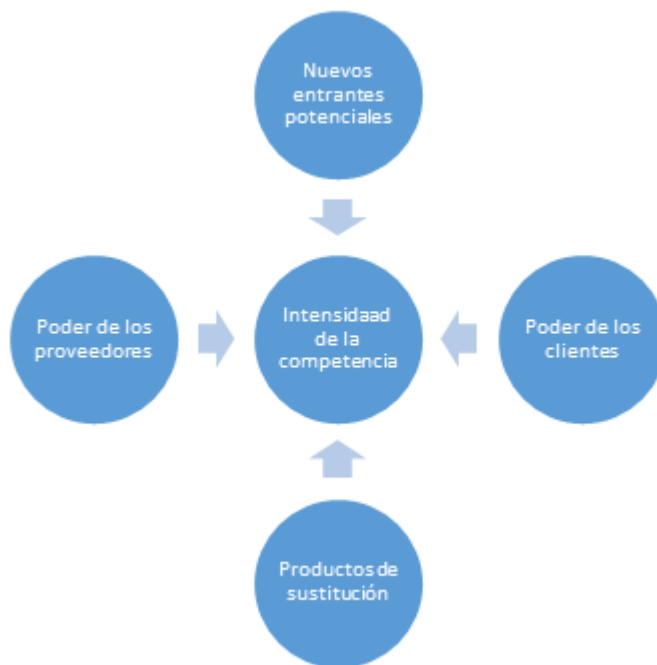
Es la amenaza que presentan los productos sustitutos que estén presentes en la industria. Los productos sustitutos son los que hacen la misma función que el analizado pero ocupan una tecnología diferente.

Esta amenaza es permanente en toda la industria dado que siempre van a seguir existiendo avances tecnológicos que van a permitir utilizar nuevas tecnologías para fines diferentes. El aumento de tecnologías puede afectar en distintas épocas de tiempo, dado que ciertos avances pueden beneficiar o perjudicar a los productos hechos bajo esta tecnología según como avance ésta.

Competencia Actual

La intensidad que se produzca entre los competidores pertenecientes a la industria da forma al atractivo que tiene ésta. La rivalidad que se produce entre los competidores es la sumatoria de las cuatro fuerzas mencionadas anteriormente. Los que determinan la rivalidad en la industria van desde el crecimiento de ésta, el grado de diferenciación que tiene el producto, entre otros.

Ilustración 18 5 Fuerzas de Porter



9.10 Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta de evaluación tanto interna como externa de una empresa. Este análisis permite mostrar a la empresa evaluada la situación en que se encuentra y poder planear una estrategia con vista al futuro. Las siglas de esta herramienta hacen referencia a la metodología que se ocupa en el análisis, siendo éstas las siguientes:

- *Fortalezas:* Son todas aquellas capacidades internas, recursos y factores productivos positivos que tiene la empresa, y que le ayudan a alcanzar de mejor manera sus objetivos. También son factores clave para proporcionar un buen servicio o entrega de bienes a los clientes.
- *Debilidades:* Todo lo que tenga que ver con limitaciones y factores circunstanciales que limiten internamente a la empresa y que interfieran en el buen desempeño de ésta. Estos factores provocan una posición desfavorable frente a la competencia.
- *Oportunidades:* Son todos los factores externos que pueden ayudar al buen funcionamiento de la compañía. Estos factores pueden significar una ventaja competitiva frente a otras empresas del mismo rubro o similar.
- *Amenazas:* Factores externos que desfavorecen al correcto desempeño de la empresa. Alguno de estos factores son impredecibles e inevitables, como lo son mucho de los asuntos relacionados con la naturaleza.

9.11 Matriz del crecimiento de productos y mercados.

También conocida como la matriz de Ansoff, sirve para evaluar las posibles oportunidades de crecimiento en alguna unidad de negocio de una empresa. Al buscar el crecimiento, una compañía debe tener en cuenta tanto sus mercados como sus productos o servicios²⁶. Esta matriz tiene 4 cuadrantes teniendo cada uno una estrategia distinta dependiendo de si explora en mercados nuevos o en el actual, y si desarrolla productos nuevos o actuales.

Ilustración 19 Matriz Ansoff



- *Penetración del Mercado:* Mediante este tipo de crecimiento la compañía intenta vender más productos o servicios en su mercado actual.
- *Desarrollo de productos:* Desarrollar nuevos productos y venderlos en los mercados actuales.
- *Desarrollo de mercados:* La empresa sigue vendiendo los mismos productos o servicios, pero ahora en otro mercado.
- *Diversificación:* La empresa vende nuevos productos en nuevos mercados.

²⁶ (Stanton, Etzel, & Walker, 2000)

9.12 Evaluación Económica de Proyectos

La evaluación económica de un proyecto es hacer un balance entre las ventajas y desventajas de desarrollar dicho proyecto, asignando valor monetario a cada una de las implementaciones necesarias para realizar este proyecto.

Primero es necesario hacer un flujo económico de estas ventajas y desventajas, para poder determinar un saldo al final de cada periodo por los periodos que se crean necesarios en la implementación del proyecto. Conjunto a esto se le suman una serie de indicadores que van a permitir evaluar la rentabilidad del proyecto considerando distintos factores.

9.12.1 Flujo de Beneficios Netos

Una vez que se valorados las ventajas y desventajas de implementar el proyecto, se debe calcular el flujo de beneficios netos. El flujo de beneficios netos consiste en poder determinar un resultado numérico al final de cada periodo, después de hacer un balance económico entre las ventajas y desventajas de éste. Este procedimiento por los años de vida que tiene el proyecto.

El flujo de beneficios netos se calcula según el siguiente cuadro, en donde n es el horizonte en años del proyecto:

Ilustración 20 Flujo de beneficios netos

	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año n
(1) Inversión					
(2) Beneficios					
(3) Costos de Mantención					
TOTAL (2) - (1) - (3)					

9.12.2 Indicadores de Rentabilidad

Una vez calculado el flujo de beneficios netos, se debe calcular los indicadores de rentabilidad VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).

VAN (Valor Actual Neto)

El Valor actual neto es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizados de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto analizado en un valor absoluto, es decir, expresa la diferencia entre el valor actualizado de las unidades monetarias cobradas y pagadas²⁷.

El Valor Actual Neto se calcula según la siguiente fórmula

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

- I_0 : Inversión inicial
- n : Horizonte de evaluación
- BN_t : Beneficio neto del periodo t
- r : Tasa de descuento

²⁷ (Iturrioz, 2015)



Tasa de Descuento

La tasa de descuento es necesaria para poder actualizar los flujos de dinero durante el horizonte del proyecto. La tasa de descuento del proyecto, o tasa de costo de capital, es el precio que se paga por los fondos requeridos para poder hacer la inversión completa²⁸.

Cuando la empresa ya está en marcha, una forma de calcular la tasa de descuento propio es mediante la valoración de dividendos. Esto se calcula mediante la siguiente formula:

$$K_e = \frac{D}{P} + g$$

Donde:

- D : Dividendo por acción
- P : Precio de la acción
- g : Tasa esperada de crecimiento

²⁸ (Fuentes, 2011)



10. Desarrollo

10.1 Análisis Estratégico Actual

10.1.1 Análisis Interno

Para poder realizar el análisis interno de la empresa Metro Valparaíso se ocupará la metodología de la cadena de valor creada por Michael Porter. El propósito de este análisis consiste en identificar las distintas etapas o procesos que hay dentro de la compañía y poder potenciar las etapas que puedan generar valor agregado al servicio entregado. Así mismo se busca también fortalecer los puntos que son más débiles en el funcionamiento de la empresa.

Esta metodología permite identificar cuáles son las fortalezas y debilidades que hay dentro de la empresa, que luego serán usadas para crear la matriz FODA, que nos dará una visión global de la empresa.

Actividades Primarias

Logística Interna

Desde hace algunos años, Metro Valparaíso ocupaba las tarjetas Mifare Classic que eran encargadas a la empresa fabricante de tarjetas inteligentes NXP Semiconductors.

Actualmente cuentan con un plan de renovación de estas tarjetas, el cual consiste en “migrar” todas las tarjetas actuales de los usuarios a las tarjetas Mifare Plus, que se encargan al mismo distribuidor. Esto dado que la anterior tarjeta tenía problemas de seguridad dado que su clave de seguridad era única, lo que implicaba que al conocer esta



clave se podía modificar su código y manipular la información, entre las cuales se encuentra el saldo de la tarjeta.

Operaciones

Una vez recibidas las tarjetas se les da la información necesaria para que puedan ser utilizadas en los validadores de cada estación en Metro Valparaíso. El departamento de desarrollo de peajes y sistemas se encarga de darle la clave encriptada a la tarjeta inteligente y dejarla habilitada para el usuario final.

Logística Externa

Todas estas tarjetas son almacenadas en las boleterías ubicadas en cada estación conforme al flujo de personas que acude a cada estación de forma habitual. Cuando un usuario desea viajar en metro y no tiene tarjeta puede adquirirla en cualquier estación y posteriormente en la misma cargar el saldo.

Para el caso de las tarjetas personalizadas, se encuentran solamente en las estaciones Limache y Viña del Mar. En estas dos estaciones se encuentran las oficinas de atención al cliente de Metro Valparaíso, por lo que solamente ahí se puede hacer el proceso de personalización de la tarjeta por motivos de beneficios, tarjetas anuales, etc.

Mercadotecnia y Ventas

El marketing presente en la empresa está presente dentro de las estaciones. Ya sea en el sector de boleterías como en los andenes, donde hay sectores exclusivos para la publicidad



de Metro Valparaíso. En el caso de las estaciones en las comunas del interior (Limache, Villa Alemana y Quilpué), estos espacios se encuentran fuera de la estación por lo que están a la vista de cualquier persona que transite por la estación, ya sea como pasajero o como una persona que transita por la estación para poder cruzar la vía férrea. En el caso de las comunas de Viña del Mar y Valparaíso, esta publicidad se encuentra dentro de las estaciones, por lo que sólo pueden verla personas que estén al interior de los andenes (a excepción de la estación de Viña del Mar y Puerto que tienen un espacio en la parte exterior de boletería). Esta publicidad deja varias incógnitas en las personas que no son usuarios del metro, pero podrían serlo por estos nuevos beneficios.

También usan las redes sociales, principalmente Twitter para comunicar constantemente todos los cambios que se realizan en Metro Valparaíso. También es una gran fuente de información para los usuarios de metro dado que minuto a minuto informan si hay inconvenientes en los viajes regulares.

Servicio

En este punto de las actividades primarias de la cadena de valor la empresa la empresa se preocupa constantemente cuando existen irregularidades en el normal funcionamiento del viaje en metro.

En cuanto a las tarjetas personalizadas Metro Valparaíso permite recuperar todos los datos de esta (incluido el saldo) en toda tarjeta que haya sido hurtada, perdida o deteriorada.



Solamente se pide el precio de la tarjeta, que permite al usuario tener toda la información perdida.

Respecto a cuándo Metro Valparaíso deja de funcionar, o funciona de forma parcial por problemas ajenos o internos de metro, la compañía procede a adquirir de forma momentánea (lo que dure el corte de servicios) de buses adicionales que abarcan los tramos afectados o parte de estos, para que los clientes puedan seguir usando el servicio de transporte.

Actividades de Apoyo

Infraestructura de la Empresa

Legalmente la empresa se constituye como una sociedad anónima cerrada, dónde la empresa ferrocarriles del estado tiene el 99,99% de las acciones y el servicio de trenes regionales S.A. tiene el 0,01% restante. El directorio está compuesto por un presidente, un vicepresidente y tres directores.

La gerencia general de Metro Valparaíso está a cargo de cuatro áreas:

- **Administración y Finanzas:** Se encargan de coordinar la administración de recursos humanos, materiales y financieros de las áreas de la compañía. Se preocupan de obtener toda la información necesaria para elaborar los estados financieros de la compañía.



- Comercial: Sus funciones están orientadas a las estrategias de las empresas y a todo lo que tenga que ver con la comunicación de la empresa con los usuarios de Metro Valparaíso.
- Operaciones: Sus funciones son todas las relacionadas a los procesos relacionados con el tráfico operacional en Metro Valparaíso. Se preocupan de todos los temas relacionados a la infraestructura de la compañía y el correcto funcionamiento del metro.
- Peajes y desarrollo de sistemas: Tienen dos tipos de funciones. La primera es la administración del sistema de peajes, que consiste en todos los temas relacionados al funcionamiento del cobro de peajes. Mientras que la segunda es la informática interna, que es estar preocupados por el normal funcionamiento de la tecnología que ocupan todos los empleados de Metro Valparaíso.

Administración de Recursos Humanos

La administración de recursos humanos está a cargo de la gerencia de finanzas, que se encarga del reclutamiento e incorporación de nuevo personal.

Dentro de la empresa se mantiene vigente desde el 2013 un contrato colectivo con los sindicatos: Empresa Metro de Valparaíso S.A. y Administración y Sistemas.

La empresa entrega beneficios a los trabajadores, tales como bonos de productividad en base a metas anuales como también seguros para los trabajadores (Seguros de salud, seguros de vida y seguros para directores y ejecutivos). También disponen de una serie de



capacitaciones para todas las áreas enfocadas a aumentar los niveles de productividad de la empresa.

Desarrollo de Tecnología

El desarrollo de nueva tecnología en Metro Valparaíso no es tan recurrente, teniendo en cuenta los grandes avances tecnológicos que se producen día a día de forma global, que permiten al usuario sentirse más cómodo con el servicio como también más seguro. El área de peajes y desarrollo de sistemas está constantemente trabajando en los sistemas de información para poder proporcionar un mejor servicio. El año 2015, junto con la empresa Sonda, han cambiado los validadores de todas las estaciones, incorporando al servicio actual los viajes en Trole y Ascensores en la ciudad de Valparaíso.

Abastecimiento

Todas las actividades relacionadas con compras, ya sea para material atinente al servicio principal de Metro Valparaíso como para las actividades secundarias de éste, están a cargo de la Gerencia Comercial de la compañía, que se preocupa por cotizar y encontrar la mejor opción de compra.



Conclusiones análisis interno

Respecto a la cadena de valor previamente analizada, se pueden determinar distintas conclusiones.

El primer punto a destacar es el buen manejo que tienen respecto a la logística interna, externa y operaciones en la empresa. Este buen uso de estas actividades les permite ser más eficientes en los recursos humanos, dado que no se malgastan horas hombre en personal ocioso. La buena administración de las oficinas de atención al cliente, permite que la demanda de estos servicios sea durante tiempos puntuales en el año y no exista un exceso de demanda de estos en más estaciones.

Como segundo punto a destacar está la débil comunicación que tienen con el general de las personas. Esta debilidad no les permite comunicar de forma íntegra todos los nuevos cambios que se está produciendo en Metro Valparaíso. De la misma forma, cuando existen situaciones en que el servicio no funciona de forma normal, esta desinformación en los clientes hace que dañe la imagen de marca de la empresa, haciendo que las personas usen vías de transporte alternativas.

El buen servicio post venta que tiene Metro Valparaíso, sobre todo frente a situaciones externas a la empresa (como los desastres naturales), hacen que los usuarios tengan más seguridad de la empresa dado que ven el compromiso de la compañía con éstos.



10.1.2 Análisis Externo

Estos análisis permitirán visualizar cuáles son las oportunidades y amenazas que pueden afectar a la empresa, dado que permiten ver todos los factores que se encuentran en la industria a la cual pertenece la compañía.

Análisis PESTA

Ámbito Político

La empresa al pertenecer a la industria del transporte, se rige bajo las leyes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, particularmente a la subsecretaría de Transportes. Este organismo está encargado del control y supervisión en el ejercicio del transporte en el país.

Por otra parte Metro Valparaíso está sujeto a normas financieras, contables y tributarias que implica ser una sociedad anónima. Significa que sus balances y estados financieros son auditados por firmas externas.

Ámbito Económico

Metro Valparaíso al estar en Chile, su funcionamiento desde el punto de vista de la demanda de pasajeros, está dentro de los ciclos económicos presentes en el país. Pero al ser un servicio tan requerido por la población, como lo es la necesidad de transportarse, los ciclos económicos que afectan al país no afectan en la misma intensidad a este tipo de transporte público. Al estar en épocas de alzas o bajas económicas a nivel país la necesidad



de la gente por transportarse es siempre la misma, incluso en épocas de escasez la sustitución del automóvil particular por el transporte público es mucho más recurrente.

Ámbito Social

Este es un factor un poco más crítico, dado que cuando se hicieron las vías férreas pasaba donde se encontraba la mayor cantidad de población, pudiendo abarcar una mayor cantidad de pasajeros. En la actualidad crece año a año la población que vive y que tiene como destino otras zonas en la región a las que no llega el servicio de metro, como las cercanas al Mall de Viña, Reñaca, Concón, etc.

Ámbito Tecnológico

El aumento de la tecnología en el país ha puesto a Metro Valparaíso en la necesidad de aplicar tecnologías más avanzadas. Por temas de seguridad con las actuales tecnologías y por comodidad hacia el usuario ha obligado a Metro Valparaíso indagar en nuevas tecnologías cómo lo son las redes sociales, en las que ha visto un elemento positivos para poder comunicar de manera más oportuna la información a los usuarios.

Factor Ambiental

Este factor es otro factor crítico para la empresa Metro Valparaíso. Hay trayectos considerables en que el Metro se encuentra al aire libre (Estación Limache a El Salto y Estación Miramar a Estación Puerto), por lo que los desastres naturales muchas veces afectan negativamente al correcto funcionamiento del viaje, impidiendo el funcionamiento por el deterioro de las vías férreas, de las boleterías, etc.



Fuerzas de Porter

Poder de Negociación de los Clientes

El poder de negociación que tienen los clientes en la industria es bajo, dado que existen muy pocas posibilidades de transporte público. Dentro del transporte público los que más se asemejan respecto al precio, son el metro y los micros interurbanos. Como se menciona anteriormente la necesidad por transportarse es muy alta, y las opciones son pocas.

Poder de negociación de los proveedores

El poder de negociación de los proveedores es medio. Uno de los factores que influye en el poder de negociación de los proveedores es que existen muy pocos proveedores en la industria lo que les permite tener más control en las situaciones de negociación. Sin embargo existe una gran competencia entre los proveedores, y al haber grandes brechas entre los competidores hay un peligro que el cliente sustituya el servicio por el de la competencia.

Riesgo de Nuevos Competidores

El riesgo de nuevos competidores en la industria es bajo, dado que por temas legislativos se tiene más controlado lo que es el tema del transporte público. Respecto a nuevos competidores de transporte público con vía férrea, por un tema de infraestructura y espacio, es muy costoso para poder implementar uno nuevo.



Amenaza de Productos Sustitutos

La amenaza de productos sustitutos en la industria del transporte es baja, dado que no existe una forma de transporte de forma pública que sea económicamente viable su implementación. Existen aparte de micros interurbanos y metro otras formas de transportarse, tales como los colectivos y taxis. Pero estos medios de transporte público tienen un precio mucho más elevado que los mencionados en primera instancia, y esto es debido al volumen de pasajeros que puede transportar. En el caso de un taxi o colectivo normal puede transportar como máximo 4 personas, lo que impide cobrar menos. En el caso de micros interurbanos y metro, estas cantidades alcanzan aproximadamente los 40 y 800 pasajeros respectivamente.

Competencia Actual

El nivel de competencia actual es alto, dado que el mayor competidor que tiene metro son los micros interurbanos. Metro tiene ventajas y desventajas respecto a los micros interurbanos. Las desventajas son que los micros pueden llegar lugares a los cuales metro por temas de infraestructura se le es imposible llegar. Otra desventaja es los horarios de operación que tiene metro, que se restringen de las 6 AM a 11PM aproximadamente. Mientras que su competencia opera a lo largo de todo el día, tomando en consideración que no es en la misma frecuencia en todos los horarios.



Conclusiones de análisis externo

Respecto a las dos herramientas usadas, como lo es el Análisis PESTA y las Fuerzas de Porter, se desprenden los siguientes puntos a considerar.

El primer punto a destacar es el de la necesidad que tiene la gente por transportarse. Mucha gente se transporta anualmente en los medios de transporte públicos, por lo que hace a este tipo de transporte menos sensible ante sucesos externos a la empresa como lo son los factores económicos. Esto hace que Metro Valparaíso pueda tener una mayor seguridad en el flujo de gente que utiliza sus servicios, al pertenecer al a industria del transporte pero de manera más masiva.

En segundo lugar, es importante mencionar en cómo se ha expandido la urbanización en la región de Valparaíso, que cada vez se aleja más de los trayectos que abarca el metro. Este suceso social lo aprovecha de buena manera la competencia directa de metro, los micros interurbanos al tener la facultad de poder llegar a lugares más alejados del troncal convencional de la región.

Los cambios climáticos que afectan a la región, afectan directamente a los medios de transporte, tanto públicos como privados, perjudicando el normal funcionamiento de este. Los cambios climáticos son cada vez más bruscos a lo largo del año, por lo que impacta negativamente en gran parte a metro y a los transcurso al aire libre, tal como pasó en el segundo semestre de este año cuándo por problemas climatológicos impidió funcionar a la normalidad a Metro Valparaíso.



10.1.3 Matriz FODA

Luego de todos los análisis realizados previamente, es bueno hacer la matriz FODA que permite agrupar todos los detalles importantes destacados en estos análisis. Estos detalles permitirán ver las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la empresa.

Fortalezas

- La empresa tiene una buena logística interna, que le permite ocupar eficientemente la mayoría de sus recursos. Los trabajos están constantemente cotizando para dar la mejor opción de compra, y que los tiempos se estén cumpliendo de forma correcta.
- El servicio de post venta de la empresa hace sentir mucho más seguro a todos sus usuarios. Ante las eventualidades, ya sea temas de tarjeta como temas externos, la empresa siempre está preocupada de que el servicio pueda funcionar de la mejor manera para todos los usuarios, usando servicios adicionales si es necesario.

Debilidades

- El tema de que los horarios de servicio no sean de mayor duración. El horario de operación es aproximadamente desde las 7 AM hasta las 10:30 PM, horario que aprovecha la competencia (micros interurbanos) para abastecer a toda la demanda de pasajeros.
- No estar constantemente preocupados de los cambios tecnológicos, tema fundamental en estos días en donde la sociedad avanza muchas veces acorde como avanza la tecnología.



- La poca comunicación que tienen con los pasajeros y la gente que no usa el servicio. Este tema es un poco más preocupante dado que frente a los grandes cambios que está haciendo la empresa, las personas (sobre todo las que no usan el servicio) no obtienen de forma adecuada esta información.

Oportunidades

- Dado a la infraestructura y a la legislación, el mercado pone barreras muy altas a que entren nuevos competidores.
- Con el servicio se busca satisfacer la necesidad de transportarse de los ciudadanos, necesidad importante para todos. Por lo que la empresa se encuentra más estable ante factores económicos del país.

Amenazas

- Como se van poblando zonas que son alejadas de la vía del metro. Tema que aprovecha la competencia y toma todos esos pasajeros que por temas de infraestructura le es difícil tomar a Metro Valparaíso.
- Los desastres naturales que afectan de manera total o parcial al correcto funcionamiento de la empresa. Durante estos últimos años, Chile ha tenido varios fenómenos climatológicos que han afectado a sus regiones, entre ellas a la quinta región. Y por inundación de estaciones o por problemas con la vía férrea entre otros, han impedido el buen funcionamiento del servicio.

10.1.4 Situación Actual en Medios de Pago

El sistema actual de tarjetas inteligentes en Metro Valparaíso consta de entes con labores muy establecidas y en procesos muy normalizados. Es un proceso linear que permite que el producto final llegue a las manos del cliente sin complicaciones ni desvíos.

Ilustración 21 Cadena actual en la distribución de tarjetas inteligentes



Los actores que participan en la emisión de tarjetas inteligentes y que forman parte del canal de suministro son:

- *Fabricante de chip:* Es el actor encargado de producir el microchip que será insertado en la tarjeta inteligente. En este chip se almacenaran toda la información que sea necesaria para realizar los viajes, tales como: Saldo, viajes, fecha de vencimiento (si tuviese), etc. La personalización de la tarjeta será por parte de Metro Valparaíso, en el que modificará la información de estos chips cambiando las nuevas características que tendrá el usuario de la tarjeta personalizada.
- *Fabricante de las tarjetas:* Son los encargados de darle el espacio físico a la tarjeta. También tienen la importante labor de darle las capacidades



comunicativas con el exterior a la tarjeta. Elaboran en la tarjeta la antena necesaria que necesita el chip para poder comunicarse con el lector.

- *Entidad de Transporte:* Una vez que estos dos actores anteriores realizan el proceso de elaboración de la tarjeta, se la entregan a Metro Valparaíso el cual la distribuye masivamente al usuario final. Si es que es el caso, se personaliza la tarjeta según las necesidades y/o capacidades del usuario.
- *Usuario:* Son todas las personas que utilizan las tarjetas para poder viajar en metro. El uso de esta tarjeta es comenzando y una vez finalizado el trayecto.



10.2 Propuesta de Mejora

10.2.1 Escenario con la Mejora Implementada

Con el NFC aplicado a celulares Smartphone el escenario tradicional de tarjetas inteligentes ya no puede aplicarse, y empiezan a enterar nuevos actores y elementos al proceso de pago de pasajes. Esto es dado que Metro Valparaíso ya no va a poseer el medio físico con el cuál se van a realizar las transacciones en el pago de pasajes, dado que ahora el chip se va a encontrar en los teléfonos de los particulares y no en las tarjetas que proporcionaba Metro Valparaíso anteriormente. Ahora el medio en el cual estará la tarjeta será el elemento seguro.

El flujo físico y lógico que va a tener la tarjeta para llegar al cliente ya no va a ser el mismo, tomando dos vías diferentes. Al separarse los caminos de estos dos flujos fuerzan a la aparición de nuevos actores que van a tener que cerciorarse que cada flujo se realice de la mejor forma.

Flujo Físico

Corresponde al flujo de cómo va a llegar los componentes de tipo físico hacia el usuario final. Hay que recordar que ahora la tarjeta se almacena en un elemento físico no proporcionado por Metro Valparaíso. Los actores presentes en este flujo son:

- *Fabricante de chip*: Produce el elemento seguro donde se almacena la tarjeta.

- *Fabricante de dispositivos NFC:* Es el fabricante que va a elaborar los dispositivos que van a tener la tecnología NFC. En este caso corresponden a los fabricantes de celulares Smartphone.
- *Emisor del elemento seguro:* Es la entidad que va a ser propietaria del elemento seguro. Esta entidad será la que determinará que aplicaciones tienen acceso a dicho elemento.
- *Usuario:* Es el que estará en posesión del dispositivo físico con tecnología NFC.

Ilustración 22 Flujo físico de tarjetas inteligentes en escenario propuesto



Flujo Lógico

Este flujo corresponde a cómo Metro Valparaíso va a hacer llegar la aplicación al elemento seguro que está en posesión física del usuario. Los entes presentes en este flujo son los siguientes:

- *Entidad de transporte:* Es el propietario de la aplicación de transporte que va a ser usada para el pago de pasajes entre otras cosas (ver el saldo, viajes realizados, etc.)

- **TSM:** El Trusted Service Manager (TSM) o tercero de confianza es la entidad que se va a encargar de toda gestión asociada a la aplicación y a los sistemas de información asociados a ésta. El tercero de confianza tiene que darle la seguridad al poseedor de la aplicación (Metro Valparaíso) de que la aplicación va a funcionar de manera correcta.
- **Usuario:** Es el que descargará la aplicación para poder pagar el pasaje.

Ilustración 23 Flujo lógico de tarjetas inteligentes en escenario propuesto



Incorporando este nuevo ente llamado TSM las actividades primarias en la cadena de valor de la empresa para este tipo de servicios cambian. En cuanto a las operaciones, ahora el ente TSM será el encargado de pre personalizar las tarjetas. Respecto a la logística externa va depender del tipo de flujo. En caso del flujo físico serán los distintos medios que existen en el país para vender un celular Smartphone al usuario. Mientras que en el flujo lógico el encargado de entregar esta aplicación al usuario será el TSM.

10.2.2 ¿Cómo puede aportar la tecnología de NFC al transporte público?

En el caso de metro Valparaíso un punto crítico que se tiene, sobre todo en las estaciones con mayor flujo son las filas que se forman en las boleterías por dentro de la estación, lo que es denominado como zona paga. Estas largas filas provocan atochamientos sobre todo en las horas puntas, lo que en ocasiones hace atrasar a la mayoría de pasajeros. Con el uso de celulares con tecnología NFC podrán pasar directamente por el torniquete. Sumado a esto, podrán tener toda la información de saldos, ver el historial de los viajes realizados con todo su detalle (hora, origen, destino, etc.). También podrán ver los horarios de los trenes y su respectiva frecuencia a solo un toque, esto ayudará a optimizar en gran manera el tiempo de los usuarios, permitiéndoles planificar sus viajes de forma inmediata.

Según la matriz de Ansoff, Metro Valparaíso desarrollará una estrategia de desarrollo de productos. Este tipo de estrategia consta en el desarrollo de nuevos productos en mercados en los cuales la empresa ya está operando. La idea es poder ampliar la forma de pago actual a la cual tienen que recurrir los usuarios.

En estos últimos años, a medida que crece la tecnología crecen las necesidades de las personas y el transporte público no se queda atrás. Con esta estrategia de desarrollo de productos se abarcan una nueva forma de pago que logra satisfacer las nuevas necesidades de los usuarios, que cada vez pueden realizar más cosas mediante su celular, dejando a Metro Valparaíso como un precursor de esta tecnología en el país.

10.2.3 Comparación de la tecnología NFC con otras tecnologías.

La tecnología NFC no es la única que permite al usuario poder transmitir información con otros dispositivos, por lo que es esencial comparar esta tecnología respecto a las otras. Actualmente gran parte de los teléfonos Smartphone cuentan con estas tecnologías. NFC, WIFI, GPRS/3G, Bluetooth son las principales funciones tecnológicas que permiten la comunicación con otros dispositivos, pero hay que tener muchos factores en consideración para ver cuál es la mejor. Factores como la distancia que es necesaria para que se pueda transar la información, y todo lo que implica tener una larga o corta distancia de transacción. La velocidad en que se produce la transacción es muy importante dado que para el caso de Metro Valparaíso se necesita una transacción sumamente veloz para que no provoque filas de gente a la hora de pagar, entre otras. A continuación se hace la comparación con otras tecnologías presentes en los teléfonos y atinentes a esta mejora.

Distancia de Operación

Cómo fue mencionado anteriormente, NFC opera a corta distancia (a no más de 10 centímetros), a diferencia de otros dispositivos como el Bluetooth (10 – 100 metros), WIFI (300 – 50.000 metros) o GPRS/3G (2.000 – 40.000 metros). Por temas de seguridad, entre menos distancia tengan que ser sometidos los dispositivos para el intercambio de datos es mejor para el usuario, dado que le permite realizar operaciones de manera voluntaria y hace más difícil el robo de información por parte de otros dispositivos.



Velocidad de Transmisión:

La velocidad de transmisión entre dos dispositivos NFC es de hasta 848 Kbits/Segundo. Una velocidad que permite el intercambio de datos instantáneamente, pero que es superado por las tecnologías anteriormente señaladas. Bluetooth puede transferir datos a una velocidad de 2 Mbits por segundo, mientras que el máximo de velocidad de transferencia para el caso de GPRS/3G es de unos 14 Mbits por segundo. Todas estas formas de comunicación de datos son ampliamente superadas por el WIFI que permite una velocidad de transmisión de 54 Mbits por segundo.

Pero la velocidad de transferencia no es desde el momento que se juntan los dispositivos. Hay un tiempo necesario para establecer la conexión, y es acá en donde la comunicación NFC saca ventajas, dado que establece la conexión con el receptor en un tiempo dentro de los 5 y 50 milisegundos. Muy por inferior en tiempo a los demás tipos de tecnologías que tardan segundos en establecer la conexión.

Seguridad en la conexión

La conexión NFC tiene una muy alta seguridad en lo que es la fiabilidad de la conexión, al contrario que las otras tecnologías que tienen problemas con la inestabilidad de las conexiones. Tema muy importante, dado que cuando se habla de flujos más grande de gente, una caída en el sistema de comunicaciones puede afectar de muy mala manera.

Otro tema que afecta a la seguridad en la conexión es la existencia de interferencias en la señal. Otro punto en que la tecnología NFC saca ventaja, dado que es completamente inmune a la mayoría de los inhibidores de señal.

Viabilidad con la infraestructura actual del transporte público.

Como se mencionó anteriormente, Near Field Commucation está basada en la norma ISO 1443 que es la que rige actualmente en las comunicaciones de las tarjetas sin contacto en el transporte público en Chile, dejando a NFC perfectamente adecuado a lo que es la infraestructura del actual medio de transporte en el país. En cuanto a la infraestructura, los actuales validadores de Metro Valparaíso son capaces de tener comunicación vía tecnología NFC con otros dispositivos.

Ilustración 24 Comparación de NFC con otras tecnologías

Concepto	NFC	Bluetooth	WIFI	GPRS/3G	Comentario NFC para transporte público
Distancia de operación	0,1 [m]	10-100 [m]	300-40000 [m]	1-35 [km]	Orientado a acto voluntario
Velocidad de transmisión	848 kbit/s	2 Mbit/s	54 Mbit/s	14 Mbit/s	Velocidad aceptable
Tiempo establecimiento	20 [milisegundos]	6 [s]	2 [s]	1 [s]	Muy rápido
Fiabilidad de la conexión	Muy Alta	Baja	Media	Media	Muy fiable
Resistente ante interferencias	Muy Alta	Normal	Normal	Normal	Muy resistente
Compatibilidad con infraestructuras	Si	Nula	Nula	Nula	Compatibilidad con infraestructura

Fuente: Libro Blanco del NFC

10.2.4 Requisitos necesarios para usar NFC como forma de pago

Para que se pueda realizar el pago con el teléfono celular existen ciertos requisitos que son necesarios para que la transacción pueda ser realizada de forma exitosa. Estos requisitos son los que actualmente rigen en los procesos de pago del metro, por lo que se exponen cuáles son los fundamentales y se hace una comparación con lo que sería el pago con celulares.

Transacción off-line de Validación

Esta forma de transacción tiene que ser off-line dado que la velocidad en la comunicación entre los dispositivos tiene que ser muy minuciosa. Esto lleva a que existan las siguientes implicaciones en la tarjeta de transporte:

- La tarjeta tiene que disponer de todos los datos de manera off-line cuando se produzca la comunicación de ésta con el validador. Datos tales como: los datos propios del usuario, su saldo, si tiene alguna restricción de viajes por malos usos o término de periodo activo de la tarjeta, si se realiza algún transbordo (en caso de metro + bus, metro + ascensor o metro + trole), etc.
- La comunicación debe ser rápida y fiable cosa que cuando tenga que ser transmitida esta información al sistema central sea de la mejor manera y no se pierda información en el transcurso.



Implicación para la tarjeta en el teléfono celular

Lo mencionado anteriormente no afecta a los procesos ocupando tecnología NFC de manera distinta a una tarjeta física. Esto se cumple solo si se garantiza que la tarjeta en el celular se comporta de una manera similar al validador de metro, procesos que se chequean en las pruebas de implementación.

Fiabilidad y Rapidez de la Transacción

Metro Valparaíso transporta un gran número de pasajeros día a día, que se dividen en densidad según el horario que se encuentren. Por lo que la rapidez a la hora del pago y recarga de pasajes es fundamental para que se pueda proporcionar el mejor servicio posible al usuario. El buen funcionamiento de las tarjetas inteligentes juega un rol fundamental en este proceso dado que son las encargadas de darle fiabilidad y rapidez a la transacción de pago de peajes.

Esto significa que todo lo relacionado con la fiabilidad y rapidez en el sistema de pago debe tener siguientes implicancias para las tarjetas inteligentes:

- Debe existir un proceso automático a la hora de la validación, para que cuando el usuario acerque su tarjeta de transporte al validador el proceso de validación se haga rápidamente.
- Cuando falla cualquiera de los dos dispositivos responsables de la transacción, ya sea validador o tarjeta, se acumula gran cantidad de gente en la zona de pago de peajes, lo que disminuye la rapidez este proceso generando disconformidad de parte



de los usuarios. Estas situaciones pueden ser ocasionadas por parte del usuario, la tarjeta inteligente o el validador.

- La rapidez de transacción que actualmente ocurre en los procesos de pago oscilan entre los 150 y 500 milisegundos.

Implicaciones para la tarjeta en el teléfono celular

- Pueden haber problemas si el NFC no está activo en el teléfonos celular
- Pueden haber problemas si el NFC no puede funcionar en el caso que el teléfono celular no tenga batería
- Pueden haber problemas si el usuario no usa la tarjeta adecuada, o la aplicación determinada, para el pago de pasajes

Información de Viaje e Identificación del Usuario.

En el transporte público existe muchas veces la personalización de las tarjetas, que son tarjetas personales y nominativas que tienen la función de darles ciertos beneficios a los usuarios. Dado estos beneficios se da que se hacen malos usos de estas tarjetas, por lo que la entidad de transporte tiene la facultad de disponer de personal encargado de realizar fiscalizaciones cuando crea necesario para verificar la identificación del portador.

Implicaciones para la tarjeta en el teléfono celular

La tarjeta ubicada en el teléfono celular, a diferencia de la tarjeta física, no dispone de la información de la identidad del poseedor de ésta, por lo que existe la necesidad de establecer un mecanismo que permita la identificación de éste.



10.2.5 Implementación comercial de la aplicación de celulares necesaria para el pago de peajes mediante NFC

Es fundamental definir en cómo se va a difundir este tipo de tecnología y mediante qué medio. Existen una gran cantidad de celulares y sistemas operativos móviles para estos en el mercado en este momento que las posibilidades son muchas. Por lo que es esencial poder determinar la mejor opción en las combinaciones presentes, y que logre abarcar la mayor parte posible de usuarios.

Muchas de las veces la marca del teléfono celular está ligado al sistema operativo que tiene, por lo que algunos sistemas operativos son más populares que otros. Dentro de los sistemas operativos más comunes dentro de la gente son Android (que está presentes en celulares Samsung, Motorola, Google, Sony, entre otros) e IOS (presentes en iPhone).

Para este caso el sistema operativo que se va a tomar va a ser solamente Android, ya que los teléfonos iPhone solo disponen de tecnología NFC en sus últimas versiones, de iPhone 6 en adelante, por lo que se hace imposible implementar esta mejora en estos teléfonos. A todo esto se le suma que el NFC que tienen las últimas versiones de iPhone se limita solamente a aplicaciones desarrolladas por Apple, por lo que generan una barrera tecnológica importante a la hora de implementar esta tecnología en iPhone.

NFC es una tecnología que avanza cada vez más rápido en su desarrollo y en la presencia en teléfonos celulares. Las marcas teléfonos celulares que tienen de sistema operativo móvil a Android son consiente de aquello y cada vez aumentan más y más los teléfonos



celulares con esta tecnología. La mayoría de los teléfonos celulares que están siendo lanzados desde aproximadamente el 2014 están con esta tecnología, panorama esperanzador para el proyecto dado que entre más teléfonos con esta tecnología aumentan los usuarios con las capacidades de poder usar este nuevo servicio.

La plataforma que tiene Android para poner en el mercado sus aplicaciones en Google Play. Mediante esta plataforma el TSM comercializará la aplicación que permita usar el teléfono celular como medio de pago de pasajes en Metro Valparaíso.

Hay que tener muy en cuenta las barreras culturales que se pueden presentar al empezar a vender esta aplicación al público en general, dado que es una tecnología totalmente nueva para la gente en Chile, por lo que puede generar varias inseguridades ante el uso de esta aplicación. Al no estar bien informada la gente sobre cómo funciona el NFC con el celular puede generar inconformidad ante el precio de la aplicación en un servicio totalmente nuevo. Como consecuencia ante esto, es sugerido que la aplicación sea gratuita durante el primer año de esta aplicación, luego cobrando el mismo precio que tiene una tarjeta física por esta aplicación.

Respecto a las tarjetas anuales o diarias, no es recomendable que se vendan en los primeros años de la aplicación, dado que en los primeros años los sistemas de información se estarán acomodando recién a los nuevos procesos, por lo que si se producen fallas pueden causar malos ratos a estos tipos de usuarios. También hay que darle tiempo para que los usuarios se acostumbren a este tipo de tecnología, por lo que partir solamente con



las tarjetas generales es lo más recomendado. La misma vía tienen que recurrir ante las demás tarjetas personalizadas, cómo lo son: estudiante, adulto mayor, convenios, etc.

Las características que puede tener esta tarjeta pueden ser muchos, y van a hacer que el servicio proporcionado sea mucho más completo. Estas características pueden ser:

- Horarios detallados de cada tren, para así poder planificar de mejor manera los viajes sabiendo con más precisión cuál va a ser la duración del trayecto al cual se desea viajar.
- Historial de viajes del usuario, para que se pueda usar según estime conveniente cada usuario.
- Poder ver el saldo de la tarjeta mediante simples pasos y así poder realizar el viaje sin inconvenientes.
- Hacer simulaciones de viaje, para poder ver cuánto va a ser el costo del viaje y no tener problemas de saldo insuficiente al terminar el viaje.



10.2.6 Inversiones, costos y beneficios relacionados a la implementación de la tecnología NFC

Para realizar este proyecto, es necesario darle un valor monetario a las ventajas y desventajas que puedan tenerlo. Estos beneficios y costos dan la forma al flujo de dinero que puede tener la implementación de este nuevo proyecto.

En el caso de los beneficios es muy complicado poder determinarlos de forma precisa, dado que se trata de una tecnología totalmente nueva en el país. Al ser una nueva tecnología, no se sabe cómo se puede comportar los usuarios respecto al pago o no de la aplicación u otros factores. Por lo que los beneficios económicos se establecen como 0 para los periodos en los que se va a implementar la mejora. Los beneficios que existen sobre la implementación de esta nueva tecnología no pueden ser interpretados de forma monetaria por el momento, y son los mencionados durante este informe.

Para el caso de los costos se identifican 2 tipos: los de inversión y los costos de operación.

Inversiones

En cuanto a las inversiones hay varios tópicos que ya han sido realizados, tales como: La actualización de los validadores para que soporte la nueva tecnología (Realizada en el transcurso del año 2015), la adquisición de los teléfonos celulares (Costo que asume el propio usuario), etc.

Los costos de inversión que se pueden identificar son los siguientes:



- *Capacitación:* Es necesario generar un plan de capacitación para el personal que sea necesario en Metro Valparaíso, para que pueda instruirse en cómo funciona esta nueva tecnología aplicada al proceso de pagos. El valor aproximado de este curso es de \$4.500.000²⁹. Actualmente no existen cursos especializados para este tipo de materia, pero se toma este valor como referencial dado cursos con características similares, para aproximadamente 100 personas de forma online.
- *TSM:* El costo inicial en el que se tiene que incurrir para poder contratar los servicios del tercero de seguridad, que se encargará de velar por la elaboración de la aplicación y la seguridad de los sistemas de información de éste. En proyectos similares desarrollados por empresas de seguridad informática se detectan 2 costos de inversión: El diseño e implementación de la aplicación móvil nativa y la integración de la aplicación. En conjunto hacen un costo de 80.000 USD. Dando un costo total aproximado de \$56.000.000.

Esto nos deja una inversión aproximada de \$60.500.000.

Costos de Operación

Son los costos que se tienen que llevar a cabo mes a mes para poder mantener funcionando esta nueva tecnología.

²⁹ (EducaWeb, 2015)



- *Transbank*: Es la entidad que se preocuparía para realizar las transferencias al teléfono celular. El costo de esto es de un 4% por transacción realizada³⁰. Si tomamos en consideración Abril de 2015 el total de transacciones vía Transbank que se hicieron fueron aproximadamente de \$70.000.000³¹. Considerando el porcentaje anterior, queda un costo mensual aproximado de \$2.800.000.
- *TSM*: El tercero de seguridad también implica costos mensuales por la mantención y seguridad en los sistemas de información. En proyectos similares, en otras empresas de seguridad informática se destacan 3 tipos de costos: Framework de desarrollo de aplicación y componentes que soportan protocolos de seguridad, Capa SOA para la integración y orquestación del botón de pago y hosting en modalidad IaaS (Infrastructure as a Service). Estos 3 costos hacen una suma de 190.000 USD anuales que son aproximadamente \$133.000.000. Los pagos se tienen que hacer de manera mensual, haciendo de esto un costo mensual aproximado de \$11.000.000.

El costo total mensual asciende a una cantidad de \$13.800.000.

³⁰ (DTP, 2015)

³¹ (Metro Regional de Valparaíso, 2015)

10.2.7 Evaluación Económica del Proyecto

De acuerdo a los costos operacionales y de inversión que se encontraron en el punto anterior, se procese a elaborar una evaluación económica del proyecto usando como herramienta el flujo de beneficios netos.

Este flujo de beneficios netos tendrá el objetivo de poder mostrar a la empresa cuanto es el costo por instalar esta nueva tecnología en los proceso de pago. Este periodo comprende a todo el tiempo que se considera necesario para ver cómo se comporta el usuario mediante a esta nueva forma de pago y poder realizar planes a futuro mediante estas conclusiones.

Para elaborar el flujo de beneficios netos se tomó en consideración un horizonte de 12 meses, ya que se trata de abarcar el año completo para que el proceso de implementación pueda abarcar todas las tendencias posibles. Estas tendencias pueden ser: El inicio del año escolar, el periodo de verano, festividades, etc. Todos estos acontecimientos tienen que ser tomados en cuenta para poder hacer un plan de acción en el proceso de la adaptación de esta tecnología a Metro Valparaíso.

Como se mencionó anteriormente, se tomaran como 0 los beneficios económicos que puede traer este proyecto, dado que al ser una tecnología totalmente nueva para el país (y para la gran mayoría de países del mundo) pueden existir muchas barreras sociales que impiden determinar con certeza un resultado que sea cercano a la realidad. Una vez transcurridos los 12 meses y con todos los análisis detectados por la empresa, pueden

empezar a sacar beneficios económicos según determine Metro Valparaíso sea el precio de la aplicación, dinero por publicidad o ahorro en otros costos por el uso de esta nueva tecnología.

El flujo de beneficios netos es el siguiente:

Ilustración 25 Flujo de Beneficios Netos (\$MM)

Flujo de Beneficios Netos (\$MM)													
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inversión	-60,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Mantención	0	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8
TOTAL MENSUAL	-60,5	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8	-13,8

Para poder calcular los indicadores económicos correspondientes, es necesario calcular la tasa de descuento. Esta tasa se va a calcular mediante la valoración de dividendos³².

Donde:

- Dividendo por acción = \$2,55
- Precio de la acción = \$149,69
- Tasa esperada de crecimiento = 12%

Lo que da una tasa de descuento del 13,7%. Con esta tasa se pueden sacar los indicadores respectivos señalados a continuación:

- VAN = - \$122.820.000

³² (Metro Valparaíso S.A, 2015)

10.2.8 Posibles Barreras ante la Implementación de la Tecnología NFC

La implementación de la tecnología NFC aplicada a teléfonos Smartphone puede tener muchas ventajas en el mundo hoy en día, tomando en cuenta la rapidez con que crecen los avances tecnológicos. Como se ha expuesto anteriormente dentro de estas aplicaciones está el transporte público, que se tiene que ir acomodando a medida que avanza la tecnología. Pero existen ciertas barreras que podrían dificultar la correcta aplicación de la tecnología NFC a los actuales procesos de pago. Las distintas barreras serían:

Barreras Tecnológicas

Funcionamiento sin batería

A contar de Enero del 2016 Metro Valparaíso va a contar con tarjetas Mifare plus que permitirá al usuario poder pagar el viaje realizado. Este tipo de tarjetas inteligentes no necesitan batería, dado que son alimentadas por los lectores que se encuentran en cada estación. La situación con NFC es distinta, dado que al encontrarse la tarjeta ubicada en el teléfono, depende de éste si es que puede o no funcionar con la batería descargada. Este problema sin duda irá evolucionando dado que la tecnología NFC en los teléfonos está aún en desarrollo y se espera que vaya mejorando con el tiempo.

Disponibilidad de teléfonos con NFC

Otra barrera tecnológica que se puede encontrar es la cantidad de teléfonos que tienen esta tecnología como parte de su hardware. Como se mencionó anteriormente, esta es una tecnología que está todavía en desarrollo en el área de celulares, por tanto se espera un



crecimiento en los próximos años. Caso especial es el de los teléfonos iPhone, que son teléfonos que siempre que ha sido lanzado alguno de sus teléfonos han contado con la última tecnología de su respectiva época. Pero no es sino hasta el lanzamiento del iPhone 6 cuándo viene incorporada la tecnología NFC en los teléfonos, pero solo para uso exclusivo de aplicaciones Apple.

Identificación del Usuario

El tema de la identificación del usuario será otro tema a considerar. Generalmente las tarjetas personalizadas constan de beneficios como la rebaja parcial o total del pasaje (dependiendo del beneficio) o de un saldo ilimitado por un periodo de tiempo. Esto da para que las personas hagan mal uso de este beneficio, y para esto en las tarjetas personalizadas cuentan con un nombre y la respectiva foto del propietario para que los encargados de seguridad puedan verificar que es el propietario de la tarjeta el que la está ocupando y no otro. Para el caso del teléfono celular es un poco más complicado dado que este no tiene la foto del propietario. Se podría incluir una foto en la aplicación de celular cuando sea el caso de las tarjetas personalizadas, pero aun así sería más difícil realizar los procesos de fiscalización.

Barreras Sociales y Culturales

Este es un tema que hay que tener en consideración siempre que se implementa una nueva tecnología en un proceso ya instaurado, y sobre todo en un medio tan recurrente como lo es el del transporte público. En este caso la aceptación del usuario puede que no



sea inmediata, dado que es probable que exista mucha desinformación por parte de los usuarios que utilizarán esta nueva tecnología que los lleva a no elegir este sistema. Al cobrar por una tarjeta que se encuentra de manera virtual puede que no tenga la misma aceptación al hacerlo de manera física.

Otro impedimento que puede existir es el desconocimiento que existe en la población acerca de esta nueva tecnología NFC, por lo que puede generar preguntas relacionadas a si es buena para la integridad física de los usuarios u otras preguntas relacionadas con su uso. De la misma forma esta desinformación en los usuarios puede causar una gran barrera, por lo que la información oportuna y eficaz es fundamental para la implementación de esta nueva tecnología. La información debe ser entregada para los usuarios y para el personal que estará a cargo en cada boletería y oficina de atención al cliente, dado que estos serán los encargados de entregar las respuestas de forma presencial e inmediata a los usuarios.

Barreras Económicas

En este caso la infraestructura es totalmente compatible para aplicar esta nueva tecnología a la forma de pago actual de Metro Valparaíso. Pero los costes económicos no son solamente por parte de la infraestructura, también hay que incurrir en la contratación de nuevos entes que se encargaran de nuevos procesos, tales como el tercero de seguridad mencionado anteriormente. La contratación de estos nuevos participantes en la industria puede que dificulten de gran manera la implementación de esta nueva tecnología.



Barreras operativas y administrativas

Como fue mencionado anteriormente, a los procesos actuales se le incorporan nuevos actores que serán los encargados de que funcione todo de la mejor manera. La incorporación de éstos implica que los viejos y nuevos actores tendrán que encajar en la ejecución de estos procesos y poder realizar las labores de manera coordinada para que no se produzcan malos servicios.

A la incorporación de estos entes se tiene que hacer obligatoriamente una modificación en los procesos actuales, que implica la modificación de parte del personal en sus responsabilidades actuales. Tendrá que haber personal que se encargue total o parcialmente de temas relacionados con esta nueva tecnología.

11. Sistema de Implementación y Control

Siempre cuando se hacen cambios en algún proceso de la empresa, es altamente recomendable realizar pruebas antes de lanzar su versión final. Estas pruebas ayudaran a detectar fallas que no pudieron ser vistas en la teoría del cambio en los procesos. Estas pruebas son fundamentales, sobre todo si el proceso que está cambiando está tan relacionado con el usuario final.

Los tipos de recomendaciones para el control a la hora de implementar esta nueva tecnología se pueden dividir en 3: A nivel de hardware, a nivel de software y a nivel social.

Hardware

Test de teléfonos celulares a probar

El día de hoy existen una gran variedad de teléfonos celulares en el mercado, cada uno con distintas capacidades y especificaciones, por los que se recomienda hacer la prueba con la máxima diversidad de dispositivos celulares. En cada uno de los teléfonos celulares se recomienda hacer las siguientes pruebas:

- Distintos tipos de elementos seguros para cada uno de ellos
- Distintos proveedores de elementos seguros para cada uno de ellos
- Diferentes proveedores para los modelos de teléfonos celulares con NFC incorporado
- Diferentes operadores de telefonía móvil que proporcionen el elemento seguro



Con toda la información lograda, se recomienda hacer un espacio en la página web actual de Metro Valparaíso, u otra página nueva, dónde se publiquen los resultados de la investigación hecha. Señalando los celulares y operadores de telefonía móvil que tienen mejores resultados en la aplicación del pago y carga de pasajes con teléfonos celulares NFC.

Las pruebas que se realizan en los teléfonos celulares tienen que incluir variables como:

- La distancia de operación que tiene cada celular para poder realizar la transacción con el validador
- Si existe alguna barrera física al teléfono celular o al validador que dificulte la comunicación entre estos (carcasas de celulares u otros accesorios)
- Comparación de rapidez de la transacción entre los distintos teléfonos celulares y la respectiva fiabilidad que proporciona cada uno

También hay que tener en consideración en todas las situaciones que se pueden presentar a la hora del pago con celular, situaciones que pueden ser:

- Teléfono celular con/sin cobertura
- Teléfono celular apagado/encendido
- Pantalla de teléfono celular apagada/encendida
- Recepción de una llamada o mensaje durante la operación
- Teléfono celular en modo avión



Software

Test de Aplicación al Interfaz de Usuario

El interfaz de la aplicación que se va a ocupar para el pago de peajes es muy importante para la realización correcta tanto de carga como de pago, por lo que tiene que tener un diseño que sea apropiado para la mayor cantidad de los usuarios. Una mala interfaz en la aplicación puede significar que los usuarios no la ocupen de una forma correcta, lo que ocasionaría graves demoras en las filas de los torniquetes, generando malestares a los otros usuarios de metro. Mientras que un mal diseño en la carga de la tarjeta generaría confusión de parte de los usuarios para cargar la tarjeta, imposibilitándolos para usarla posteriormente en los viajes.

Es fundamental que se prueben todas las interfaces posibles en los distintos celulares que soporten esta tecnología, para tener todos los escenarios posibles frente al uso de esta aplicación por parte de los usuarios. Todos los resultados de las pruebas que se realicen para ver la comodidad que tienen los usuarios frente a las distintas versiones de la aplicación se tienen que hacer llegar al TSM, que es el que elabora esta aplicación, para posteriormente realizar los cambios pertinentes.

Social

Educación de esta nueva tecnología

Es necesario comunicar toda información que sea relevante para el usuario sobre esta nueva tecnología. Se tiene que comunicar oportunamente a todos los usuarios de Metro



Valparaíso sobre esta nueva tecnología sobre cómo se usa, qué es necesario para poder adquirirla, etc. Es muy importante comunicar de manera efectiva al usuario, dado que hay que tratar de disminuir lo más posible cualquier barrera social o cultural que se pueda producir frente a esta nueva tecnología.

Los usuarios no son los únicos que tienen que ser educados, también tienen que serlo los mismos trabajadores de Metro Valparaíso. Al ser una tecnología nueva van a surgir muchas preguntas por parte de los usuarios, y los trabajadores de Metro Valparaíso probablemente serán su fuente principal para responder estas dudas. Los trabajadores que están en contacto directo con los usuarios, los que están trabajando en boleterías u oficinas de atención al cliente, son los encargados de entregar esta información de forma presencial más inmediata, por lo que su oportuna instrucción es fundamental.

Se puede tener una gran fuente de retroalimentación de parte de los usuarios mediante la misma aplicación, al dar la posibilidad de que puedan escribir todas las mejoras que puede tener la interfaz del usuario o los errores que puede presentar la aplicación.

La plataforma de Google Play permite actualizar las aplicaciones, dando la opción al usuario de acceder a estas actualizaciones y poder gozar de estas nuevas mejoras y soluciones de errores. Google Play también tiene una función que permite a que todas las personas que hayan adquirido alguna aplicación, puedan dejar cuál es su opinión respecto a las aplicaciones dejando una calificación de 1 a 5 estrellas con un cuadro de texto para dejar comentarios adicionales.



La empresa tiene que estar muy atento a las redes sociales, dado que es la forma más común que tienen en la actualidad la mayoría de las personas para expresar su opinión respecto a algo, en este caso la aplicación.

Todas estas recomendaciones se tienen que hacer llegar al respectivo tercero de seguridad encargado de la elaboración de la aplicación para que haga los ajustes necesarios y poder volver a realizar las pruebas de interfaz de usuario.

Sin duda las transacciones con Transbank son muy bajas respecto a los ingresos tarifarios totales. Para que esta nueva tecnología demuestre que tenga un buen impacto se tiene que hacer notar en el aumento de transacciones por esta vía. Las transacciones vía Transbank en Chile aumentan alrededor de 20% cada año, cifra que incluye a la mayoría de las empresas que tienen este sistema, por lo que con la inclusión de este método de pago el crecimiento tiene que ser mucho mayor para que se vea un real impacto. Aumentando en un 40% las transacciones en Transbank se podría concluir una implementación satisfactoria, dada la aceptación de parte de la gente por esta nueva tecnología.



12. Conclusiones

Después de contar con toda la información que se pudo obtener mediante todos los estudios realizados respecto a la empresa, la industria en que se desenvuelve y al posible escenario de mejora, es posible sacar algunas conclusiones importantes.

En primer lugar hay que destacar que esta nueva implementación pudo haber sido mucho más costosa en términos económicos e intelectuales si no hubiese sido por el gran manejo de las operaciones que tiene la empresa. Por aumentar la seguridad en sus tarjetas, Metro Valparaíso se preocupó el año 2015 de actualizar la tecnología en todos sus validadores con un nuevo sistema operativo para aumentar sus servicios a troles y ascensores en Valparaíso. Los nuevos validadores cuentan con la tecnología suficiente para actuar como lectores de NFC, disminuyendo considerablemente los costos que tendría esta nueva implementación. Eso habla de lo bien que actúan las operaciones al interior de la empresa, que permite que toda nueva mejora en los procesos se implemente de la mejor manera.

Respecto a la forma de difusión que tiene la empresa, es muy débil la forma en que interactúan con los usuarios y los posibles usuarios. Con una mejora tan innovadora como lo es la incorporación de la tecnología NFC aplicada a Smartphone en el sistema de pago es esencial tener una muy buena comunicación con los usuarios para poder informarles de mejor forma todo lo que el usuario debería saber. Este es un punto crítico dado que los costos, punto que se verá más adelante, para implementar este nuevo proyecto no son bajos. Existe la necesidad de tener que sumar la mayor cantidad posible de usuarios que paguen mediante esta vía para poder tener más beneficios y poder cubrir los costos mensuales de



esta mejora, y esto se logra con publicidad y teniendo un mejor canal de comunicación con el usuario.

Hablando desde el punto económico, el desembolso de dinero que tiene que hacer metro como inversión no es menor, dado que tiene que un costo cercano a los 60 millones de pesos para poder poner en marcha esta implementación. A esto se le suman cerca de 14 millones mensuales por conceptos de pago por mantención de los sistemas de información. Al no tener ingresos extras por la implementación de este proyecto, el flujo lo conforman solamente costos que entregan un VAN de - \$122.820.000. Cifra que es totalmente considerable dado que Metro Valparaíso trabaja con un presupuesto totalmente ajustado. Esta cifra es tan elevada dado que no existen entidades aún en el país, y lo existen pocas en el mundo, que operen para esta tecnología. Esto ocurre dado que es una tecnología totalmente nueva, por lo que aún no le es tan atractivo a empresas para poder desarrollar esta industria.

Que esta tecnología sea nueva en gran parte del mundo trae muchas consecuencias, que la que más influye a la implementación de este proyecto es la falta de conocimientos que tiene la gente sobre esto. Esta falta de conocimiento puede generar una gran cantidad de barreras socio-culturales que pueden dificultar la correcta implementación de este proyecto. En Chile de a poco se va masificando las nuevas tecnologías en diferentes procesos, pero en lo que es medios de pago todavía está estancada en las tarjetas inteligentes que la mayoría conoce como lo son las tarjetas de crédito y débito. Por lo que la posibilidad a que la gente pueda rechazar esta iniciativa no es menor.



Otro tema que hay que tener en consideración son las pocas transacciones que hay en Metro Valparaíso por Transbank. En Chile la gente prefiere pagar su pasaje de transporte público con efectivo dado que el general no lo hace en grandes cantidades, si no en la cantidad justa del pasaje, y pagar con Transbank en algunos bancos les implica un costo adicional a la transacción. En el país recién se está sintiendo esta cultura de pagar por Transbank en Santiago en dónde hay más facilidades para poder hacerlo mediante internet.

Al día de hoy, en la región de Valparaíso, la gente aún no está preparada para la incorporación de esta tecnología a los medios de pago del sistema de transporte público. Faltan años de desarrollo de la tecnología NFC en teléfonos para que sea mucho más masiva y facilite la comprensión de esta. Es un proyecto totalmente innovador que sin duda daría que hablar en muchos países, pero aún falta el desarrollo de esta tecnología en nuestro país.



13. Bibliografía

Androidandme. (2012). *Android Community*. Obtenido de <http://androidcommunity.com/android-market-has-the-highest-percentage-of-free-apps-20100223/>

Broseta, R. (2012). *Dispositivos Móviles y NFC aplicados al canjeo de tickets: BeepVip*. Valencia.

Chase, R., & Aquilano, N. (1995). *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. McGraw-Hill.

Deloitte. (2015). *Predicciones de Tecnología, Medios de Comunicación y Telecomunicaciones*.

Equipo Editorial A un Clic de las TIC. (12 de Febrero de 2014). *A un Clic de las TIC*. Obtenido de <http://www.aunclicdelastic.com/infografia-sobre-medios-de-pago/>

Fuentes, H. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos: Tasa de Descuento*. Atacama.

Haro, G. (2014). *Libro Blanco Sobre la aplicación de la tecnología NFC en el transporte público*. España.

IDC. (14 de 8 de 2014). *IDC Analyze the Future*. Obtenido de <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25037214>

INE Chile. (2012). *Censo 2012*. Santiago .

International Telecommunication Union. (2014). *Mobile-cellular subscriptions*.



- Iturrioz, J. (2015). *Expansión*. Obtenido de <http://www.expansion.com/diccionario-economico/valor-actualizado-neto-van.html>
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2008). *Fundamentos de Marketing*. Ciudad de Mexico : Pearson Educación.
- Metro Valparaíso S.A. (2014). *Informe de Gestion Departamento Marketing y Ventas - Diciembre 2014*. Viña del Mar.
- Metro Valparaíso S.A. (2014). *Metro Valparaíso* . Obtenido de <http://www.metro-valparaiso.cl/productos-y-beneficios/>
- Metro Valparaíso S.A. (2015). *XX Memoria Anual 2014*. Viña del Mar.
- Qualica-RB. (s.f.). *Qualica-RB*. Obtenido de <http://www.qualicard.eu/es/mifare.html>.
- Sánchez, N. (2009). *Aplicación de evaluación basada en NFC (Near Field Communicaction)*. Madrid.
- Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2000). *Fundamentos de Marketing*. Mexico D.F: McGraw-Hill.
- SUBTEL. (2014). *Abonados a Telefonía Móvil en Chile*. Santiago.
- Tanenbaum, A. (1992). *Modern Operating Systems*.
- Transparency Market Research. (2014). *Smart Cards Market: Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2014 - 2020*. New York.



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Comercial
Valparaíso

Universidad Politécnica de Madrid. (2014). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de

<http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/OrdenacionAcademica/CarneUniversitario/e58f4105a0052210VgnVCM10000009c7648aRCRD>