UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMATICA

TESIS DE GRADO

"REALIDAD AUMENTADA EN APLICACIONES MÓVILES PARA LA SEGURIDAD CIUDADANA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO"

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMATICA
MENCION: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

POSTULANTE: SILVIA LAURA ALVARADO MALLO
TUTOR METODOLÓGICO: M. Sc. ROSA FLORES MORALES
ASESOR: Lic. BRIGIDA CARVAJAL BLANCO

LA PAZ – BOLIVIA
2013

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA

LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

A mis papas Luis y Silvia.
A mi hermana Paula.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Lic. Rosa Flores Morales por todo el conocimiento compartido, su disposición de tiempo, toda su colaboración y comprensión a lo largo de la elaboración del presente documento.

Agradecer especialmente a la Lic. Brigida Carvajal Blanco, por todo el tiempo invertido en la elaboración de mi investigación, sus recomendaciones, el conocimiento, material compartido y toda la colaboración brindada.

Agradecer a mis padres Luis y Silvia así como a mi hermana Paula por todo su cariño, su comprensión a lo largo de estos años, su colaboración a través de estos años de estudio y su apoyo en todo momento.

A la carrera de Informática y la Universidad Mayor de San Andrés por la formación profesional y las oportunidades dadas especialmente a los docentes que compartieron todo su conocimiento en mi formación.

Finalmente, a mis amigos, por los momentos compartidos a lo largo de estos años, su apoyo y cariño.

RESUMEN

La constante investigación tecnológica nos permite construir nuevas soluciones orientadas al servicio de los ciudadanos y a la resolución de sus problemas. Uno de estos problemas a la que la sociedad se ve expuesta es la inseguridad ciudadana. En la ciudad de La Paz, la población enfrenta diariamente esta inseguridad en los servicios de transporte público, específicamente en el abordaje de radio taxis conducidos por personas inescrupulosas que cometen actos de criminalidad a los pasajeros. Por eso, se trata de combinar una nueva tecnología, la realidad aumentada, y utilizarla en el desarrollo de una aplicación móvil que brinde a los usuarios información en tiempo real antes del abordaje a un radio taxi.

Se propone utilizar los códigos QR como rosetas de automóviles en los cuales se almacenará la información de la empresa de radio taxi, el vehículo y el conductor. Un usuario que utilice la aplicación podrá validar estos códigos antes del abordaje con la activación de la realidad aumentada, luego podrá acceder a esta información y posteriormente compartirla con sus contactos a través de las redes sociales, otras aplicaciones o la mensajería del dispositivo. De esta manera, se trata de brindar una mayor seguridad al pasajero antes del abordaje.

La construcción de esta aplicación fue posible con el uso de herramientas disponibles para la integración del software con la realidad aumentada y la activación de esta a partir de los códigos QR.

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas en la aplicación, el interés y aceptación de los usuarios nos indican que es posible la construcción de estas soluciones, la introducción de nuevas tecnologías y su uso al servicio de los ciudadanos.

Palabras clave: aplicaciones móviles, realidad aumentada, códigos QR, inseguridad ciudadana

ABSTRACT

The constant technological research allows us to build new solutions aimed at citizens´ service and the solution of their problems. One of these problems to which society is exposed is insecurity. In La Paz city, the population faces this insecurity in public transport services daily, specifically when taking “radio-taxis” driven by unscrupulous people who commit acts of criminality towards passengers. Therefore, we are trying to combine a new technology, augmented reality, and use it to develop a mobile application that gives users real-time information before boarding a “radio-taxi”.

It is our purpose to use QR codes as car rosettes in which we store the information from the radio taxi company, the vehicle and the driver. A user of the application can validate these codes before boarding with the activation of augmented reality, then access this information and share it with their contacts through social networks, other applications or device messaging. Thus, it comes to providing greater safety to passengers before boarding.

The construction of this application was possible with the use of tools available for software integration with augmented reality, enabled from QR codes.

The obtained results from the application tests, interest and acceptance of users indicate that it is possible to build these solutions, the introduction of new technologies and their use in the service of citizens.

Keywords: mobile applications, augmented reality, QR codes, insecurity.

INDICE

INDICE DE TABLAS iv

INDICE DE FIGURAS vi

CAPITULO I 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.3. ANTECEDENTES 4

1.3.1. Proyectos para la seguridad ciudadana de la ciudad de La Paz en radio taxis 4

1.3.2. Aplicaciones orientadas a la seguridad ciudadana 6

1.3.3. Proyectos con uso de códigos QR 7

1.4. OBJETIVO 7

1.4.1. OBJETIVO GENERAL 7

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

1.5. JUSTIFICACIÓN 8

1.5.1. SOCIAL 8

1.5.2. TECNOLÓGICA 8

1.6. ALCANCES Y LÍMITES 9

1.6.1. LÍMITES 9

1.6.2. ALCANCES 9

1.7. METODOLOGÍA 10

CAPITULO II 12

MARCO TEÓRICO 12

2.1. REALIDAD AUMENTADA 12
2.1.1. DEFINICIÓN 12
2.1.2. COMPONENTES DE LA REALIDAD AUMENTADA 13
2.1.3. FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DE LA REALIDAD AUMENTADA 14
2.1.4. SDK DE REALIDAD AUMENTADA 16
2.2. TECNOLOGÍA MÓVIL 18
2.2.1. METODOLOGÍAS DE DESARROLLO MÓVIL 18
2.2.1.1. METODOLOGÍAS ÁGILES 20
2.2.1.2. MOBILE-D 22
2.2.2. PRUEBAS DE CALIDAD EN APLICACIONES MÓVILES 24
2.3. OTRAS TECNOLOGÍAS 27
2.3.1. CÓDIGOS QR 27
CAPITULO III 31
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN 31
3.1. EXPLORACIÓN 31
3.2. INICIALIZACIÓN 35
3.3. PRODUCCIÓN 38
3.4. ESTABILIZACIÓN 41
3.5. PRUEBAS DEL SISTEMA 42
CAPITULO IV 43
PRUEBAS Y RESULTADOS 43
4.1. PRUEBAS EN LA APLICACIÓN 43
4.2. RESULTADOS 48

4.2.1. ENCUESTAS 48
4.2.2. PRUEBAS SOBRE LA APLICACIÓN 50
CAPITULO V 53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
5.1. CONCLUSIONES 53
5.2. RECOMENDACIONES 54
Bibliografía 55
ANEXO 1 58
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN 58
ANEXO 2 71
RESULTADOS DE LA ENCUESTA CIUDADANA 71
ANEXO 3 72
MODELO DE NEGOCIO 72

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de las tecnologías de seguimiento……..14

Tabla 2.2. Características del desarrollo móvil.....……19

Tabla 2.3. Esquema de especificación de códigos QR……30

Tabla 3.1. Descripción de los usuarios……31

Tabla 3.2. Historia de usuario 1……32

Tabla 3.2.1. Tarea de ingeniería: Diseño de la interfaz ……...32

Tabla 3.2.2. Tarea de ingeniería: Integración con el SDK……...33

Tabla 3.2.3. Tarea de ingeniería: Reconocimiento de QR……...33

Tabla 3.3. Historia de usuario 2……34

Tabla 3.3.1. Tarea de ingeniería: Validación de QR……34

Tabla 3.4. Planificación de desarrollo ……34

Tabla 3.5. Comparación: SDK´s de realidad aumentada para la plataforma Android...36

Tabla 3.6. Planeación iteración 1……38

Tabla 3.7. Planeación iteración 4……39

Tabla 3.8. Caso de prueba iteración 4……..40

Tabla 4.1. Pruebas de la ubicación de la roseta del vehículo……..43

Tabla 4.2. Pruebas referentes al tamaño de la roseta en un vehículo sin movimiento...44

Tabla 4.3. Pruebas referentes al tamaño de la roseta en un vehículo sin movimiento...45

Tabla 4.4. Dispositivos utilizados para las pruebas……46

Tabla A.1. Historia de usuario 3…….60

Tabla A.1.1. Tarea de ingeniería: Diseño de la base de datos…….60

Tabla A.1.2. Tarea de ingeniería: Creación página web……..61

Tabla A.1.3. Tarea de ingeniería: Navegación web…….61

Tabla A.2. Historia de usuario 4……..62

Tabla A.2.1. Tarea de ingeniería: Compartir información……..62

Tabla A.3. Planeación iteración 2……63

Tabla A.4. Caso de prueba iteración 2…….64

Tabla A.5. Planeación iteración 3……65

Tabla A.6. Caso de prueba iteración 6…….65

Tabla A.7. Planeación iteración 5……71

Tabla A.8. Caso de prueba iteración 5…….71

Tabla A.9. Planeación iteración 6……72

Tabla A.10. Caso de prueba iteración……..73

Tabla A.11. Resultados de la encuesta ciudadana……...74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Alcances de la aplicación desarrollada……....10

Figura 2.1. Ciclo de desarrollo Mobile-D……23

Figura 2.2. Código QR y sus partes…….28

Figura 3.1. Pantalla de inicio de la planificación……39

Figura 3.2. Imagen de a aplicación, discriminación código QR “NO VALIDO”……..40

Figura 3.3. Imagen de la aplicación, discriminación código QR “VALIDO”……41

Figura 3.4. Diagrama de actividades: Integración de la aplicación…….41

Figura 4.1. Resultados de la encuesta ciudadana…….49

Figura 4.2. Pruebas realizadas en la zona central de la ciudad de La Paz……51

Figura 4.3. Equipo de pruebas, zona Alto Pampahasi……..52

Figura A.1. Funcionamiento SDK Layar…….61

Figura A.2. Integración SDK Layar…….62

Figura A.3. Reconocimiento códigos QR……63

Figura A.4. Modelo de datos……64

Figura A.5. Aplicación web “Registro de radio taxis”…….68

Figura A.6. Información del abordaje……..70

Figura A.7. Compartición de recursos……..71

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Todos los nuevos avances tecnológicos a los que la sociedad tiene acceso gracias al mayor acceso al Internet, los nuevos dispositivos móviles inteligentes y el crecimiento de la telefonía han permitido que la informática abarque la construcción de soluciones a muchos problemas sociales como ser la inseguridad ciudadana. En la ciudad de La Paz, Bolivia, podemos ver que muchas tiendas y lugares concurridos cuentan con sistemas de seguridad de alta tecnología instalados y monitoreados por distintas empresas de seguridad. Sin embargo, para los ciudadanos que van a pie diariamente todavía no se cuenta con una solución tecnológica que pueda prestarles un servicio de ayuda contra la inseguridad, principalmente, en el transporte público los pasajeros no cuentan con ningún tipo de seguridad o garantía que el vehículo abordado sea conducido por personas que posteriormente comentan algún hecho criminal contra los pasajeros.

Actualmente, existen proyectos de seguridad impulsados por el Gobierno Municipal de La Paz con el programa “Pasajero Seguro” y el Viceministerio de Seguridad Ciudadana con la red social y la aplicación móvil “Ciudad Segura”, y aunque el programa “Pasajero Seguro” está orientado a la seguridad en los radio taxis, los pasajeros no cuenta con la información necesaria para su seguridad antes del abordaje.

En la presente investigación se trata de combinar el uso de una nueva tecnología como ser la realidad aumentada en la construcción de una aplicación móvil y el reconocimiento de códigos QR. Estos códigos, dispuestos a manera de rosetas de vehículos, almacenarán información tanto de la empresa de radio taxi, el conductor y el vehículo de manera que un usuario de la aplicación sea capaz de ver la validez de estos códigos en tiempo real antes del abordaje, luego, acceder la información

almacenada, y por último, compartir esta información en redes sociales, correos electrónico, mensajería u otros.

La construcción de esta aplicación ha sido realizada utilizando la metodología Mobile-D, orientada a la construcción de aplicaciones móviles. También se hizo uso del SDK Layar orientado a la activación de la realidad aumentada en la aplicación y permitiendo el procesamiento de códigos QR, además se trabajó en la validación de estos códigos, el almacenamiento de información y la compartición de ésta a través de las redes sociales, la mensajería del dispositivo u otras aplicaciones instaladas por los usuarios.

Las pruebas realizadas sobre ésta aplicación han sido satisfactorias y los resultados que involucran el interés y aceptación de los usuarios de aplicaciones móviles muestran que el uso de tecnologías orientadas a la seguridad ciudadana se sitúan como una nueva solución hacia la construcción de una nueva "ciudad inteligente".

El presente documento se estructura de la siguiente manera:

El primer capítulo plantea una introducción a la problemática que inspira la construcción de la aplicación, antecedentes de soluciones previas, los objetivos alcanzados y justificaciones de la investigación. Los conceptos manejados sobre realidad aumentada, códigos QR además de metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles son presentados en el segundo capítulo.

El desarrollo de la aplicación bajo la metodología Mobile-D, las fases de su construcción y las pruebas realizadas sobre el funcionamiento de la aplicación son detallados en el tercer capítulo.

El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos mediante una encuesta ciudadana sobre el funcionamiento y aceptación de la aplicación como una nueva solución tecnológica a la inseguridad ciudadana en radio taxis.

Por último, el quinto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir de los resultados del cuarto capítulo, el proceso de investigación y la presentación de la aplicación móvil.

1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según una encuesta de percepción realizada por la empresa Ipsos Apoyo Opinión y "Mercado para el Observatorio Ciudadano La Paz, Cómo Vamos" en 2011 (Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana de Bolivia, 2013), el 75% de la población de la ciudad de La Paz se encuentra insatisfecha con la calidad de servicio del transporte público. La falta de seguridad es la principal preocupación de los encuestados (1.027 personas, vecinos de 100 barrios paceños), no sólo cuando se hace uso del transporte público (82%), sino cuando se está como peatón (80%) (Bolivia Informa, 2011). Tomando la situación de los radio taxis tenemos que en la ciudad de La Paz se estima que existen alrededor de 300 empresas de radio taxis, de los cuales tan sólo 151 empresas son legales (Periódico El Cambio, 2013). A pesar de los muchos intentos tomados por distintos organismos para controlar la situación de la inseguridad en los medios de transporte, específicamente en los radio taxis, la ciudadanía se debe a enfrentar a una situación de incertidumbre respecto a las empresas que no cumplen con los requerimientos de funcionamiento y respecto a los conductores y sus vehículos, que aun teniendo el nombre de una empresa que respalde su funcionamiento se dedican a cometer actos de delincuencia contra la población que se ve vulnerable a muchas situaciones de robo e incluso rapto.

Por otra parte, vemos a diario que la adquisición de dispositivos móviles en nuestro medio con los smartphones se va acrecentando debido a que estos son cada vez de mejor acceso, tanto económico como por las aplicaciones disponibles para estos medios útiles, fáciles de utilizar, y de rápido acceso a través del internet y los mercados de aplicaciones gratuitos disponibles para todos los sistemas operativos móviles. Este crecimiento se ve reflejado en el último informe emitido por el Foro Económico Mundial en su publicación "The Global Information Technology Report

2013” que muestra un ascenso de 8 puestos para Bolivia respecto al año pasado ubicándolo en el puesto 119 en el índice de preparación tecnológica. Aunque todavía estamos ubicados en último lugar respecto a los demás países de Sudamérica, somos el país con mayor crecimiento en la región mostrando así un gran avance reflejado a futuro. Además, según un informe de la Agencia de Transportes y Telecomunicaciones, en Bolivia existen más de nueve millones de abonados ya que nos encontramos beneficiados con la inserción de tecnologías que no sólo van desarrolladas para nuestro entretenimiento sino también van orientadas a brindarnos servicios útiles en distintas coyunturas como ser clínicas, educativas, etc., cuyo acceso está al alcance de nuestro dispositivo.

Entonces, tomando en cuenta lo descrito anteriormente nos plantemos la siguiente pregunta ¿Es posible construir una aplicación móvil orientada a la seguridad ciudadana en los vehículos de transporte público como ser los radio taxis implementando nuevas tecnologías que nos brinde información y seguridad al abordar un vehículo?

1.3.ANTECEDENTES

1.3.1. Proyectos para la seguridad ciudadana de la ciudad de La Paz en radio taxis

Muchos intentos para mejorar la seguridad ciudadana de la ciudad de La Paz en los radio taxis han sido tomados por tanto instituciones gubernamentales así como por el Gobierno Municipal de La Paz con su proyecto “Pasajero Seguro” (Gobierno Municipal de La Paz, 2013). En el caso del Viceministerio de Defensa de Derechos del Usuario y del Consumidor (Periódico El Cambio, 2013) se propuso llevar a cabo un censo a las empresas de radio taxis a fin de conocer la cantidad que existen en Bolivia y sí además estas cumplen o no los requisitos para operar. Todo esto con el fin de redactar una norma para reglamentar y regular los servicios brindados por este medio de transporte. Las propuestas para esta norma incluyen la implementación de sensores para detectar el aliento alcohólico, sensores anti sueño, incorporación del Sistema de Posicionamiento

Global (GPS), tarjetas electrónicas de identificación para los choferes y cámaras de monitoreo en las oficinas de las empresas. El censo sería llevado a cabo durante la gestión 2013 y la aprobación de la norma será puesta a debate en la Asamblea Nacional para su aprobación.

Por otro lado, el programa "Pasajero Seguro", propuesto por el Gobierno Municipal de La Paz el año 2009 (Gobierno Municipal Nuestra Señora de La Paz, 2009) tiene como objeto: "…regular la prestación del servicio público de transporte individual de pasajeros bajo la modalidad de Radio Taxis en el Municipio de La Paz a través de un Sistema de Seguridad para Pasajeros de Radio Taxis denominado 'Pasajero Seguro' consistente en la identificación obligatoria de los vehículos que prestan dicho servicio público mediante el colocado de un sticker colocado a las empresas de Radio Taxis que hayan obtenido Licencia de Funcionamiento de la empresa de Radio Taxi y Licencia Municipal de Circulación del Vehículo".

En un intento más reciente, la alcaldía lanzó un nuevo programa en coordinación con tres empresas de telefonía (TIGO, ENTEL y VIVA) para la ciudadanía que habilita un número gratuito para que cuando una persona suba a un radiotaxi pueda, a través de un mensaje de texto (SMS), verificar si el vehículo está registrado como seguro. (Periódico Página Siete, 2012). Este programa se combina con el programa "Pasajero Seguro" y la nueva norma planteada por el Viceministerio de Defensa del Usuario y del Consumidor, el número habilitado para este servicio es el 2040, las personas tendrían que enviar el número correlativo al sticker de seguridad puesto en los radio taxis registrados en el programa "Pasajero Seguro", con este número la respectiva empresa de telefonía verificará y responderá al mensaje con los datos de la empresa de radiotaxi, del vehículo y del conductor de la movilidad. Sin embargo, a pesar de su difusión, actualmente este programa se encuentra fuera de servicio para la ciudadanía.

1.3.2. Aplicaciones orientadas a la seguridad ciudadana

Encontramos que pocas aplicaciones han sido desarrolladas para enfrentar la inseguridad ciudadana que muchas sociedades debemos enfrentar.

Algunos antecedentes de las aplicaciones móviles desarrolladas en distintos países para la seguridad ciudadana son:

Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana. El Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana (Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana de Bolivia, 2013), es una Unidad Técnica dependiente del Viceministerio de Seguridad Ciudadana, con carácter interdisciplinario, que concentra y recopila datos para la generación de estadísticas que orienten el análisis de la información sobre delitos, violencias y otros temas referidos a seguridad ciudadana, dirigidos a la formulación y diseño de políticas públicas en ésta materia.

Esta unidad cuenta con una red social de seguridad ciudadana 1 denominada "Ciudad Segura", que permite a la ciudadanía reportar hechos delictivos, violencia, accidentes de tránsito, incendios y otros de los que hayan sido víctimas o testigos, mediante la red de internet (Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana de Bolivia, 2013). La interfaz brinda a los usuarios estadísticas, muestra todos los crímenes reportados y para denunciar crímenes cuenta con un mapa donde pueden reportar el lugar del crimen, además los usuarios pueden reportar el tipo de crimen cometido, la hora y una pequeña descripción del crimen. Para denunciar un hecho de crimen, ver o comentar, los usuarios simplemente deben acceder con su cuenta de Facebook o twitter.

Esta red social también cuenta con una aplicación para dispositivos Android y Blackberry desarrollada por Dacorpsoft@2013. Esta aplicación, al igual que la red social "Ciudad Segura", nos permite reportar crímenes, buscar algún hecho

1 1 La página web oficial de esta red social es http://www.ciudadsegura.com.bo

criminal, ver estadísticas, ver lugares y personas. Esta aplicación cuenta con la tecnología de realidad aumentada que nos devuelve datos de búsqueda en tiempo real en un radio de hasta 80 Km. de hechos criminales ya reportados.

En la Universidad Mayor de San Andrés en la gestión 2012, el informático Raúl Vargas desarrolló como tema de tesis, un sistema para dispositivos móviles con plataforma Android y para dispositivos con plataforma J2M que permite que los usuarios envíen un mensaje reportando un hecho delictivo y el tipo de hecho que esté ocurriendo en algún lugar para que estos datos se reflejen en un mapa de forma automática y se almacene en una base de datos la localización del hecho delictivo, el tipo de crimen que vio el usuario, además del IMEI (código pregrabado y único que tienen los teléfonos móviles) del denunciante, entre otros asuntos. Todo esto con el fin de lograr que la policía pueda trasladarse al lugar exacto donde haya sido reportado un hecho, además de evitar el anonimato y falsos reportes a través del IMEI de los dispositivos desde donde se envíe el mensaje. (Periódico Página Siete, 2012).

1.3.3. Proyectos con uso de códigos QR

En la Universidad Mayor de San Andrés, el informático Daniel Álvarez desarrollo un sistema de gestión de inventarios basado en códigos QR para la carrera de Informática. El sistema desarrollado utiliza códigos QR pegados en todos los activos fijos de la carrera de Informática con la intención de capturar información de manera rápida para registrar movimientos, cambios de estado y préstamos de todos los activos (Aquino, 2012).

1.4.OBJETIVO

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación móvil para la seguridad ciudadana en el transporte público utilizando la tecnología de realidad aumentada para el reconocimiento de códigos QR en rosetas de automóviles informando al usuario en tiempo real

sobre la seguridad del abordaje, permitiendo ver la información de la empresa, vehículo y conductor.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Manejo de SDK´s orientados a la realidad aumentada para móviles con sistema operativo Android.
- Diseño e implementación de una base de datos para el registro de automóviles, conductores y empresas de radio taxis.
- Procesamiento de la información almacenada en los códigos QR (Escaneo, captura y envío de información registrada en los códigos QR).
- Diseño e implementación de pruebas sobre la aplicación móvil.

1.5.JUSTIFICACIÓN

1.5.1. SOCIAL

Según el "Observatorio Nacional de seguridad Ciudadana" (Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana de Bolivia, 2013) en su primera y segunda publicación de la revista de victimización publicada en 2011 y 2012 respectivamente para las ciudades de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y El Alto, la percepción del principal problema en nuestro país es la inseguridad y la delincuencia con un 43.6% por encima de problemas como la pobreza y el desempleo. Se pretende que este proyecto beneficie a la sociedad dándole información sobre el radio taxi antes del abordaje, para esto se contará con un registro de las empresas de radio taxis, automóviles y de los conductores de manera que esta información éste disponible para todos los ciudadanos y que estos puedan acceder a esta información a través de la aplicación móvil.

1.5.2. TECNOLÓGICA

El desarrollo de aplicaciones móviles va cobrando mayor importancia en la actualidad debido al crecimiento de la demanda de dispositivos móviles

smartphones y la mayor accesibilidad a estos dispositivos. Por esta razón nos vemos obligados a introducir nueva tecnología con resultados en tiempo real, mayor usabilidad y accesibilidad para los usuarios. La investigación del presente texto se enfoca en la realidad aumentada, una tecnología que está empezando a cobrar mayor campo en las aplicaciones móviles, cuyo concepto es sencillo y simple de entender pero su campo de estudio es amplia con una alta estudio en el desarrollo de aplicaciones móviles.

1.6.ALCANCES Y LÍMITES

1.6.1. LÍMITES

La aplicación desarrollada para la presente investigación estará limitada de la siguiente manera:

- La aplicación al transporte pública será regida solamente a los radio taxis registrados en el programa "Pasajero Seguro" de la ciudad de La Paz.
- La activación de la realidad aumentada, el escaneo y procesamiento de los códigos QR son manejados por el SDK Layar con el que la aplicación reconoce en tiempo real dichos códigos.
- El usuario puede ver la información del automóvil, conductor y empresa si cuenta con el servicio de internet. Sin embargo, si el usuario no cuenta con este servicio puede compartir la dirección a través de un mensaje SMS.

1.6.2. ALCANCES

La aplicación desarrollada para la presente investigación se encargará del reconocimiento de códigos QR impresos en stickers, a manera de rosetas de automóviles, mostrando la validez de estos y cuyo acceso dirigirá a la página web con la información de la empresa de radio taxi, el conductor y el vehículo.

La aplicación estará caracterizada de la siguiente manera:

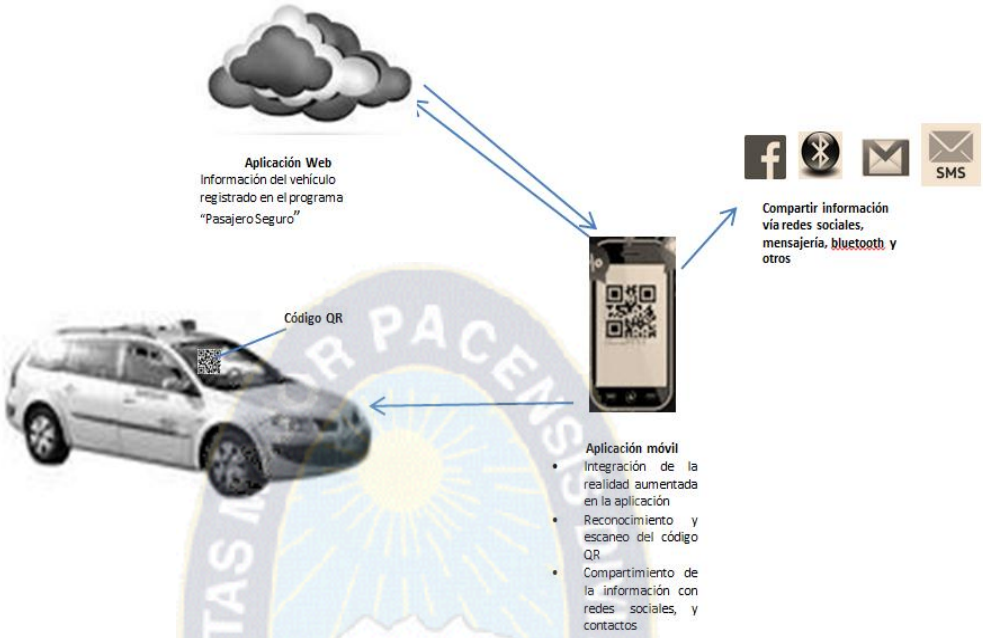


Fig. 1.1. Alcances de la aplicación desarrollada

1.7.METODOLOGÍA

La metodología seguida en la investigación fue el método sistémico. Así los pasos de la investigación son los siguientes:

- **Conceptualización.**

  Consiste en obtener una visión de muy alto nivel del sistema, identificando sus elementos básicos y las relaciones de éstos entre sí y con el entorno.

- **Análisis funcional**

  Describe las acciones o transformaciones que tienen lugar en el sistema. Dichas acciones o transformaciones se especifican en forma de procesos que reciben una entradas y producen unas salidas.

- **Análisis de condiciones (o constricciones)**

  Debe reflejar todas aquellas limitaciones impuestas al sistema que restringen el margen de las soluciones posibles. Estas se derivan a veces de los propios objetivos del sistema:

- Operativas, como son las restricciones físicas, ambientales, de mantenimiento, de personal, de seguridad, etc.
- De calidad, como fiabilidad, mantenibilidad, seguridad, convivencialidad, generalidad, etc.

- **Construcción de modelos**

  Una de las formas más habituales y convenientes de analizar un sistema consiste en construir un prototipo (un modelo en definitiva) del mismo.

- **Validación del análisis**

  A fin de comprobar que el análisis efectuado es correcto y evitar en su caso la posible propagación de errores a la fase de diseño, es imprescindible proceder a la validación del mismo. Para ello hay que comprobar los extremos siguientes:

  - El análisis debe ser consistente y completo.
  - Si el análisis se plantea como un paso previo para realizar un diseño, habrá que comprobar además que los objetivos propuestos son correctos y realizables.

La metodología para el desarrollo del prototipo fue Mobile-D. Los pasos de la construcción fueron los siguientes:

- Exploración. Plan de proyecto.
- Inicialización. Definición de recursos, configuración del proyecto, inicio de la “iteración 0”.
- Producción. Inicio de iteraciones: programación de tres días (Planificación-trabajo-liberación)
- Estabilización. Integración del proyecto.
- Pruebas y reparación del sistema.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. REALIDAD AUMENTADA

Para explicar de manera sencilla en qué consiste la realidad aumentada hay que hacer referencia a los sentidos humanos a través de los cuales percibimos el mundo que nos rodea. Nuestra realidad física es entendida a través de la vista, el oído, el olfato, el tacto y el gusto. La realidad aumentada viene a potenciar esos cinco sentidos con una nueva lente gracias a la cual la información del mundo real se complementa con la del digital (Fundación Telefónica, 2011).

El término de realidad aumentada no es un concepto nuevo, fue acuñado por primera vez por Tom Caudell el año 1990 que describe la aumentación de la realidad física mediante el uso de técnicas que la mezclan con contenido digital (virtual). La capacidad de la realidad aumentada para mezclar objetos reales y virtuales en un mismo escenario nos permite utilizar objetos reales y transformarlos en virtuales o mixtos, de tal forma que es posible usar esta tecnología como una plataforma para la interacción humano-máquina (Bonnin, 2008).

2.1.1. DEFINICIÓN

La realidad aumentada es un sistema tecnológico que todavía se encuentra en desarrollo. Así, como cualquier tecnología emergente, no hay una definición clara y precisa del concepto “Realidad Aumentada”.

Sin embargo, según la definición de Ronald Azuma (1997), la realidad aumentada es un entorno que incluye elementos de realidad virtual y elementos del mundo real. Así, se tiene que un sistema de realidad aumentada incluye lo siguiente:

- Combina mundo real y mundo virtual

- Es interactivo en tiempo real
- Se registra en 3 dimensiones

2.1.2. COMPONENTES DE LA REALIDAD AUMENTADA

Un sistema de realidad aumentada incluye los componentes descritos a continuación (Fundación Telefónica, 2011).

- Por un lado, un elemento que capture las imágenes de la realidad que están viendo los usuarios. Basta para ello una sencilla **cámara** de las que están presentes en los ordenadores o en los teléfonos móviles.
- Por otro, un elemento sobre el que proyectar la mezcla de las imágenes reales con las imágenes sintetizadas. Para ello se puede utilizar la **pantalla** de un ordenador, de un teléfono móvil o de una consola de video-juegos.
- En tercer lugar, es preciso tener un **elemento de procesamiento**, o varios de ellos que trabajan conjuntamente. Su cometido es el de interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada. Nuevamente encontramos en los PCs, móviles o consolas estos elementos.
- Finalmente se necesita un elemento al que podríamos denominar «activador de realidad aumentada» o **marcador.** En un mundo ideal el activador sería la imagen que están visualizando los usuarios, ya que a partir de ella el sistema debería reaccionar. Pero, dada la complejidad técnica que este proceso requiere, en la actualidad se utilizan otros elementos que los sustituyen. Se trata entonces de elementos de localización como los GPS[2] que en la actualidad van integrados en gran parte de los Smartphone, así como las brújulas y acelerómetros que permiten identificar la posición y orientación de dichos dispositivos, así como las etiquetas o marcadores del tipo RFID[3] o códigos bidimensionales, o en general cualquier otro elemento que sea capaz de suministrar una información equivalente a la que proporcionaría lo que ve el usuario, como por ejemplo sensores. En un caso ideal, algunos de estos elementos podrían llegar a eliminarse. Esto ocurriría si se consigue, por ejemplo, proyectar la información sintetizada de forma que el ojo sea capaz de verla, bien sobre unas gafas, directamente sobre la retina, o con alguna técnica holográfica avanzada. Pero, por el momento, esto deberíamos considerarlo todavía futurista.

[2] **GPS**. Global Position System (Sistema de posición global)
[3] **RFDI.** Radio Frequency Identification (Identificación por radiofrecuencia)

2.1.3. FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DE LA REALIDAD AUMENTADA

La realidad aumentada es muy intensiva en tecnología. De hecho, su objetivo último es el de ofrecer una experiencia de usuario en el que se diluyan las barreras entre lo real y lo virtual, y que esto se haga de una manera transparente para el usuario sin que éste tenga que portar complejos dispositivos. Para este fin, son necesarias como mínimo tecnologías de seguimiento (o «tracking») como cámaras o GPS; tecnologías de interacción: reconocimiento de voz, reconocimiento de gestos, etc.; tecnologías de display, como pantallas transparentes o gafas. En definitiva, toda una amalgama de software y hardware del más alto nivel perfectamente integrado, lo que guarda cierta similitud con las tecnologías de realidad virtual. Aunque el abanico de tecnologías necesaria para la creación de servicios inmersivos de realidad aumentada es todavía más amplia e incluye aspectos tales como Cloud Compunting[4] o redes de telecomunicación ubicuas, en este apartado nos centraremos en las tecnologías más específicas de la realidad aumentada, las cuales clasificaremos en tecnologías de seguimiento, de interacción y de display (Fundación Telefónica, 2011).

Tabla 2.1. Clasificación de las tecnologías de seguimiento
Fuente. (Fundación Telefónica, 2011)

Tecnología	Clasificación	Descripción
Tecnologías de seguimiento	Tecnologías seguimiento basadas en sensores	Actualmente, han perdido su importancia con respecto a la utilización de cámaras de visión artificial y de los GPS. En los últimos años no ha sido nada común encontrar sistemas de «tracking» basados solamente en sensores, aunque han existido excepciones como sistemas de ultrasonidos para detectar áreas en interiores de edificios.
	Tecnologías seguimiento basada en visión	En general, las líneas de investigación relativas al seguimiento se pueden dividir en dos grandes grupos: las basadas en marcadores y las basadas en sistemas de reconocimiento de imágenes reales. De este tipo de marcadores destacan los códigos QR (Quick Response Barcode) y los códigos Bidi.

[4] **Cloud Computing.** Computación en la nube, almacenamiento en la nube, nube de cómputo, informática en la nube.

	Tecnologías seguimiento híbridas	En muchos tipos de aplicaciones, la visión por ordenador no es suficiente para realizar la actividad de seguimiento de una forma adecuada. En estos casos la visión se complementa con otras tecnologías combinadas. La tecnología de localización GPS se ha convertido en la tecnología más habitual de seguimiento que se combina con la visión, debido al auge de los smartphones que incorporan tanto cámara como receptor de GPS.
Tecnologías de interacción	Interfaces basadas en el uso de marcadores	En este tipo de interacción el usuario manipula un elemento real al que se ha colocado un marcador, y los resultados son reflejados en los movimientos del correspondiente objeto virtual asociado. El objeto real puede ser de muy diversas maneras, el más típico es una paleta con un marcador en la parte superior, aunque cualquier objeto es susceptible de utilizar este método. En la figura, se observa un ejemplo de realidad aumentada basada en marcadores en el que diferentes imágenes se superponen sobre el contenido del libro cada vez que se pasa de página.
	Detección del movimiento corporal	La detección y seguimiento de una parte del cuerpo se considera la forma ideal de interacción ya que provoca en el usuario una sensación de mejor usabilidad al no tener que preocuparse por colocarse marcadores para la utilización de los servicios. Las tecnologías utilizadas en esta categoría, al igual que pasaba en los sistemas de seguimiento, se basan en el reconocimiento de imágenes por lo que tienen gran cantidad de aspectos en común.
	Interacción basada en dispositivos de bajo coste	Una alternativa muy utilizada actualmente, al menos hasta que los sistemas de visión artificial evolucionen, es la utilización de dispositivos de bajo coste para detectar el movimiento. Entre ellos podemos incluir desde el mando de la Wii, hasta sistemas médicos como el Laparoscopic Virtual Mirror, que se basa en el concepto de espejo virtual para realidad aumentada.

	Sistemas hápticos	Recientemente Investigadores de la Universidad McGill de Montreal, Canadá, han avanzado en el desarrollo de interfaces, desarrollando baldosas que pueden simular el aspecto, sonido y sensación de la nieve o del césped. Este tipo de herramientas son ideales para aplicaciones de realidad aumentada o controladores de realidad virtual. El sistema de baldosas está hecho con unas placas deformables suspendidas sobre una plataforma, y entre ambas hay sensores que detectan la fuerza ejercida por los pies del usuario. La placa puede emitir vibraciones que imiten la sensación de pisar diferentes materiales, e incluso añadir efecto visual y de sonido. Este suelo podría usarse incluso como una pantalla táctil controlada por los pies, como un mapa de navegación gigante en el suelo del vestíbulo de un edificio o una plaza pública. Incluso podría utilizarse para juegos añadiendo más interactividad.
Tecnologías de display	En general, el display utilizado para mostrar la información virtual fusionada con la información real es la pantalla de un ordenador o la pantalla de un teléfono móvil. De hecho, la gran revolución en las capacidades de los teléfonos móviles, más concretamente de los smartphones que incorporan gran cantidad de tecnologías, entre ellas pantallas de una aceptable resolución, está siendo un gran revulsivo para la aparición de aplicaciones de realidad aumentada.	

2.1.4. SDK DE REALIDAD AUMENTADA

Existe una gran cantidad de SDK´s[5] de realidad aumentada disponibles para la construcción de aplicaciones móviles, a continuación se describen algunos de ellos.

2.1.4.1. Metaio.

"Fundada en 2003 en Munich, Alemania por el actual CEO[6], Thomas Alt y director de tecnología actual, Peter Meier. Metaio, como empresa, se crea a partir de un proyecto inicial con Volkswagen y posteriormente recibieron subvención alemana con la que los fundadores iniciaron su empresa. En 2005 Metaio lanzó la primera aplicación de realidad aumentada consumidor final llamada KPS Click & Design, que permitía a los usuarios colocar muebles virtuales en una imagen. Metaio luego lanzó su plataforma Unifeye que ofrecer a

[5] **SDK.** Software Development Kit (Kit de desarrollo de software)
[6] **CEO** Chief Executive Officer (Director ejecutivo)

terceros la posibilidad de crear soluciones comerciales con realidad aumentada. En 2006 Metaio lanzó el primer navegador plug-in para las aplicaciones de RA (Realidad Aumentada) basados en la web y, poco después, puso en marcha la primera aplicación RA totalmente integrada para los dispositivos móviles y la primera campaña gráfica / web seguido por el lanzamiento del móvil RA navegador junaio. En 2011, ganó el Concurso Metaio Tracking ISMAR por primera solución de seguimiento de 3-D móvil del mundo." (Metaio, 2013).

La última versión del SDK de Metaio permite crear y programar sus propias capas, tiene un veloz renderizado de imágenes, soporta contenidos 3D, da soporte a los desarrolladores permitiéndoles utilizar sus laboratorios de realidad aumentada así como sus servidores para el almacenamiento de contenido multimedia de realidad aumentada como ser videos, gráficos 3D y otros.

2.1.4.2. Layar.

Layar, utiliza el receptor GPS y la brújula de los teléfonos Android (como los HTC Dream y HTC Magic) para ubicar la posición del usuario (GPS) y su orientación o hacia dónde está mirando o dirigiéndose (con la brújula). El sensor de movimiento se utiliza para conocer el ángulo de inclinación del teléfono. La cámara del teléfono recoge el entorno y reproduce la imagen en la pantalla del teléfono, mientras que el software superpone sobre la imagen información relativa a lo que aparece en pantalla (MICROSIERVOS, 2013).

El software dispone de diversas capas de datos con diferentes contenidos a elección del usuario. Por defecto obtiene información procedente de la capa "Layar Local Search" que utiliza datos de Google (como los utilizados en el Places Directory) para señalar la posición de lugares tales como cafeterías, restaurantes, gasolineras, centros comerciales, cines, etc. en un radio determinado (entre 25 metros y 10 km).

La ubicación de los lugares se puede visualizar en la imagen en tiempo real del entorno o sobre un mapa. Cada posición incluye información sobre qué

es, la dirección postal y la distancia a la que se encuentra. Para llegar no hay más que dirigirse hacia él manteniendo el punto en pantalla. Aunque esto último puede hacerte parecer un bicho raro que va por la calle mirando el mundo a través de la cámara del móvil. Layar se puede descargar directa y gratuitamente desde el Android Market.

2.1.4.3. Vuforia.

El SDK de Vuforia ofrece a los desarrolladores desarrollar sus propias aplicaciones introduciendo la realidad aumentada como una nueva manera de observar el mundo. Un desarrollador puede crear sus propios marcadores o escoger algunos de los que Vuforia tiene a disposición. Se pueden crear nuevas experiencias 3D, y sus laboratorios se encuentran en constante actualización y soporte.

2.2. TECNOLOGÍA MÓVIL

La tecnología móvil consiste en la utilización de medios informáticos, sin la necesidad de estar emplazados, es decir que pueden ser utilizados desde cualquier parte.

Una aplicación móvil es un programa que ha sido desarrollado para dispositivos móviles cuya función es la de realizar alguna tarea específica. Su instalación y acceso se da específicamente a través de dispositivos móviles.

2.2.1. METODOLOGÍAS DE DESARROLLO MÓVIL

Según el artículo escrito por Blanco y et al (2009), el desarrollo de aplicaciones móviles difiere del desarrollo de software tradicional en muchos aspectos, lo que provoca que las metodologías usadas para estos entornos también difieran de las del software clásico. Esto es porque el software móvil tiene que satisfacer una serie de requerimientos y condicionantes especiales que lo hace más complejo.

Tabla 2.2. Características del desarrollo móvil.
Fuente. (Blanco, Camarero, Fumero, Werterski, & Rodriguez, 2009)

Condición/Requerimiento	Característica
Canal radio	Consideraciones tales como la disponibilidad, las desconexiones, la variabilidad del ancho de banda, la heterogeneidad de redes o los riesgos de seguridad han de tenerse especialmente en cuenta en este entorno de comunicaciones móviles.
Movilidad.	Aquí influyen consideraciones como la migración de direcciones, alta latencia debido a cambio de estación base o la gestión de la información dependiente de localización. Sobre esta última, de hecho, se pueden implementar un sinfín de aplicaciones, pero la información de contexto asociada resulta muchas veces incompleta y varía frecuentemente.
Portabilidad	La característica portabilidad de los dispositivos terminales implica una serie de limitaciones físicas directamente relacionadas con el factor de forma de los mismos, como el tamaño de las pantallas, o del teclado, limitando también el número de teclas y su disposición.
Fragmentación de la industria	La existencia de una considerable variedad de estándares, protocolos y tecnologías de red diferentes añaden complejidad al escenario del desarrollo móvil.
Diseño.	Desde el punto de vista del desarrollo, el diseño multitarea y la interrupción de tareas es clave para el éxito de las aplicaciones de escritorio; pero la oportunidad y frecuencia de éstas es mucho mayor que en el software tradicional, debido al entorno móvil que manejan, complicándose todavía más debido a la limitación de estos dispositivos
Usabilidad.	Las necesidades específicas de amplios y variados grupos de usuarios, combinados con la diversidad de plataformas tecnológicas y dispositivos, hacen que el diseño para todos se convierta en un requisito que genera una complejidad creciente difícil de acotar.
Time-to-market.	En un sector con un dinamismo propio, dentro de una industria en pleno cambio, los requisitos que se imponen en términos de tiempo de lanzamiento son muy estrictos y añaden no poca dificultad en la gestión de los procesos de desarrollo.

2.2.1.1. METODOLOGÍAS ÁGILES

A continuación se muestra lo que podrían ser las características básicas de una metodología ideal para el proceso de desarrollo de software para plataformas móviles (Blanco, Camarero, Fumero, Werterski, & Rodriguez, 2009), (Rahimian & Ramsin, 2008):

Agilidad. Las metodologías ágiles mejoran la flexibilidad del desarrollo y la productividad, proveyendo métodos que se adaptan a los cambios y que aprenden de la experiencia.

Conciencia de mercado. El mercado actual está orientado hacia los productos software por lo que un proceso de desarrollo móvil debería enfocarse al desarrollo del producto y no del proyecto. Consecuentemente, los procesos deben enfocarse al nicho del negocio haciendo un análisis del mercado y toda esta información mitigará las dudas y los riesgos. Procesos orientados al mercado seguirán una planificación bastante estricta a lo que se refiere a requerimientos de time-to-market.

Soporte a toda la línea de producción software. Se refiere al "conjunto de sistemas intensivos de software compartiendo un conjunto de características comunes que satisfacen las necesidades de un segmento particular del mercado y que son desarrolladas con una serie de valores centrales en una forma predeterminada" (Clemments & Northrop, 2003). Esto hace que el ciclo de vida sea más corto, pudiendo desarrollar una familia de productos software móviles en un solo intento, reduciendo costes. Debe tener especial importancia la línea de producción para la mejora de la calidad del software.

Desarrollo basado en arquitectura. La eficiencia de la línea de producción de software depende del desarrollo de una plataforma común, por lo que la necesidad de una arquitectura genérica para una clase de

productos es esencial, pudiendo reconfigurarse de forma específica para cada componente o producto determinado.

Soporte para reusabilidad. El desarrollo basado en componentes y el basado en capas ahorran costes de desarrollo, agiliza la entrega del producto y hace el software menos propenso a errores ya que los componentes no deben ser hechos desde cero cada vez.

Inclusión de sesiones de revisión y de aprendizaje. La metodología debería incorporar sesiones de revisión en todo el proceso para asegurar el análisis del producto y sesiones de aprendizaje después de la entrega de cada producto para que la experiencia sea analizada y registrada, y así la abstracción del conocimiento obtenido realimente a todo el equipo.

Especificación temprana de la arquitectura física. La arquitectura física debe ser elaborada en las etapas tempranas del desarrollo software gracias a que un alto número de riesgos técnicos son inherentes a las limitaciones de los dispositivos móviles y las diferencias en la implementación pueden ser obtenidas de características básicas. El uso de un prototipo mitigaría dichos riesgos técnicos.

La aproximación de la metodología se apoya en una combinación del desarrollo adaptativo de software (Adaptive Software Development, ASD) y el diseño de nuevos productos (New Product Development, NPD) (Rahimian & Ramsin, 2008). Esto supone una decisión crítica para decantarse más del lado del desarrollo de productos que del lado de la gestión de proyectos, lo cual quiere decir que una de las característica más sensibles, desde el punto de vista metodológico, para la consolidación de una metodología propia de un entorno móvil, es la presión de los plazos para llegar al mercado, un mercado volátil y altamente dinámico.

La primera iteración se divide en: la fase de análisis con la intención de mitigar riesgos de desarrollo; el diseño también se segmenta para introducir algo de diseño basado en arquitectura; la implementación y las pruebas sin embargo se fusionan introduciendo conceptos de desarrollo orientado a pruebas (Test-Driven Development, TDD9). Aparece además una fase de comercialización, incidiendo en el sesgo hacia el desarrollo de producto que se imponen en el escenario del desarrollo de aplicaciones para plataformas móviles. Tras la instanciación realizada en la primera iteración metodológica, la segunda añade la generación de ideas en el inicio del ciclo y una prueba de mercado antes de lanzar la fase de comercialización.

La tercera iteración integra directamente el "motor de desarrollo" de los métodos de desarrollo adaptativo (ASD) muy orientados al aseguramiento de la calidad en los procesos de desarrollo.

Pensando en aquella propiedad "ideal" de disponer de la arquitectura física en una fase temprana del proceso, en la cuarta iteración se añaden elementos de prototipado; se refina, además, la fase de iniciación del proyecto, sobre la base del mismo elemento de los procesos adaptativos (Blanco, Camarero, Fumero, Werterski, & Rodriguez, 2009).

2.2.1.2. MOBILE-D

El objetivo de este método es conseguir ciclos de desarrollo muy rápidos en equipos muy pequeños. Fue creado en un proyecto finlandés en 2005, pero sigue estando vigente. Basado en metodologías conocidas pero aplicadas de forma estricta como: Extreme Programming, Crystal Methodologies y Rational Unified Process (Rodríguez, 2011).

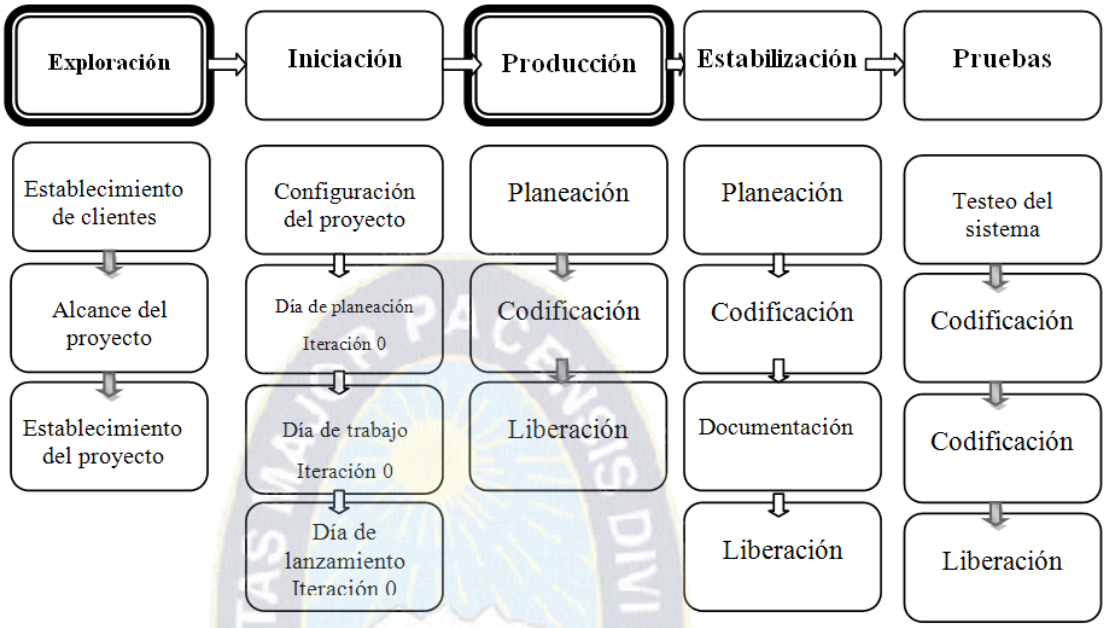


Fig. 2.1. Ciclo de desarrollo Mobile-D

Fuente: (González Gutiérrez, Remis García, & Rubén Fernández, 2011)

Traducción propia

Se compone de distintas fases (Fig 2.1.): exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y la fase de pruebas. Cada una tiene un día de planificación y otro de entrega.

En la fase de exploración se centra la atención en la planificación y a los conceptos básicos del proyecto. Aquí es donde hacemos una definición del alcance del proyecto y su establecimiento con las funcionalidades donde queremos llegar.

En la iniciación configuramos el proyecto identificando y preparando todos los recursos necesarios como hemos comentado anteriormente en esta fase la dedicaremos un día a la planificación y el resto al trabajo y publicación.

En la fase de producción se repiten iterativamente las subfases. Se usa el desarrollo dirigido por pruebas (TDD), antes de iniciar el desarrollo de una

funcionalidad debe existir una prueba que verifique su funcionamiento. En esta fase podemos decir que se lleva a acabo toda la implementación.

Después de la fase de producto llega la fase de estabilización en la que se realizan las acciones de integración para enganchar los posibles módulos separados en una única aplicación.

Fase de pruebas. Una vez parado totalmente el desarrollo se pasa una fase de testeo hasta llegar a una versión estable según lo establecido en las primeras fases por el cliente. Si es necesario se reparan los errores, pero no se desarrolla nada nuevo.

Una vez acabada todas las fases deberíamos tener una aplicación publicable y entregable al cliente.

2.2.2. PRUEBAS DE CALIDAD EN APLICACIONES MÓVILES

Desde el inicio de su construcción o desarrollo es necesario probar las aplicaciones móviles teniendo en cuenta, precisamente, su propio contexto de movilidad y considerando el cumplimiento de las características de funcionalidad, usabilidad, seguridad y rendimiento de las mismas. La complejidad del aseguramiento de la calidad del software en aplicaciones móviles radica en la existencia de diferentes sistemas operativos y multitud de modelos de dispositivos. De esta forma, una aplicación debidamente construida y de calidad será aquella que funcione correctamente en todos los dispositivos móviles y bajo todos los sistemas operativos existentes en el mercado.

> "Las pruebas funcionales deberían llevarse a cabo considerando las características propias de estos dispositivos. La aplicación debe ser capaz de guardar, tanto de forma efectiva como selectiva, la información, dejando en el servidor aquellos datos que precisen de recursos adicionales. Finalmente, es necesario observar el comportamiento y fallos de la aplicación cuando pueda

verse afectada por una situación de batería baja, entrada de llamadas o mensajes mientras realizamos una operación con la misma“ (Cuera, 2013).

Algunas pruebas funcionales (o de caja negra) a considerar son (QActions, 2013):

- Test de integración
- Test del sistema
- Pruebas de regresión
- Test de usabilidad
- Test de aceptación de usuarios

> “Hablando de la usabilidad de una aplicación, es necesario poner especial atención en el desarrollo de pruebas que permitan asegurar que el diseño e interfaz resultan sencillos e intuitivos, así como que el flujo de comunicación entre la App y el usuario se establece de forma natural y lógica.” (Cuera, 2013).

En cuanto a las pruebas técnicas se realizan las siguientes (QActions, 2013):

- **Pruebas de Carga (stress).** Simulamos el acceso en simultáneo de múltiples usuarios a un servidor y medimos el comportamiento del sistema a medida que nos acercamos a los umbrales esperados, hasta estresar el sistema. Este tipo de pruebas deben ser llevadas a cabo con herramientas de Load Test.

- **Pruebas de rendimiento (Performance).** Verificamos los tiempos de respuesta, recursos consumidos y recursos disponibles en la operatoria normal de las aplicaciones.

- **Pruebas de volumen.** Realizamos este tipo de pruebas para garantizar que el sistema, pueda manejar un gran volumen de datos en condiciones

de operatoria normales. Durante este tipo de pruebas se evalúa el crecimiento del volumen de datos y el hardware necesario para soportar dicho crecimiento.

- **Pruebas de Compatibilidad.** Realizamos estas pruebas para asegurar que el software sea compatible con distintas versiones de sistemas operativos, web servers, base de datos y otros componentes que constituyen la arquitectura de la aplicación.

Según Cuera (2013), el comportamiento de una aplicación móvil también preocupa al usuario desde el punto de vista de la seguridad, ya que están disponibles en dispositivos que pueden ser susceptibles de robo o de uso fraudulento. En este sentido, resulta imprescindible asegurar, entre otros factores, que la aplicación mantenga la confidencialidad de los datos privados facilitados, la verificación de que el usuario es quien dice ser, los diferentes perfiles que puede tener un usuario dentro de la misma aplicación o el autoguardado de un histórico de operaciones o actividades realizadas.

Finalmente, señalar que la conexión a Internet es también una consideración a tener en cuenta en lo que a pruebas de software se refiere. Esta conexión permite realizar búsquedas de información desde cada dispositivo, en cualquier momento y desde cualquier lugar. En este sentido, es necesario prestar atención a los caracteres especiales de escritura de los diferentes idiomas, las monedas de cada país, los formatos de códigos postales, fechas, direcciones, números de teléfono, entre otros, que deberían visualizarse dependiendo de la zona geográfica en la que se encontrara el usuario.

Dedicar especial atención a las pruebas de software desde las primeras fases de su desarrollo ayudará a las empresas a posicionar sus aplicaciones con una valoración de cinco estrellas, que otorga la máxima calidad en los market/stores

de aplicaciones móviles. Y en el caso de las web optimizadas y aplicaciones web, se garantizará su calidad, evitando el abandono de los usuarios.

2.3. OTRAS TECNOLOGÍAS

Las tecnologías emergentes en el desarrollo tanto de sistemas web como para aplicaciones y aplicaciones móviles abren todo un espectro de posibilidades en la visión de los desarrolladores para la construcción de estos sistemas. A continuación se describe los códigos QR, utilizados para esta investigación.

2.3.1. CÓDIGOS QR

Código QR (Quick Response Barcode), código de respuesta rápida, supone un sistema para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional y fueron creados por la compañía japonesa Denso-Wave en 1994. Estos códigos utilizan tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector. El estándar japonés para códigos QR ([JIS] X 0510) fue publicado en enero de 1999 y su correspondiente estándar internacional ISO (ISO/IEC18004) fue aprobado en junio de 2000. Su expansión en Japón ha sido bastante rápida hasta convertirse en el código bidimensional más popular del país. Una característica muy importante relativa al QR es su carácter abierto y que sus derechos de patente (propiedad de Denso Wave) no son ejercidos.

Aunque son utilizados en gran cantidad de sectores como el industrial y el logístico, su utilización en el terreno de los móviles supuso un impulso muy significativo. Gracias a la utilización de estos códigos el usuario era capaz de evitar la tarea de introducir información, ya sea direcciones URL o datos de usuarios, de forma manual. (Fundación Telefónica, 2011).

Fig. 2.2. Código QR y sus partes

Fuente. (Tribuna abierta, 2011)

2.1.1.1. Diseño

El diseño de un código QR está dado por los puntos que se describen a continuación.

- Almacenamiento. Las versiones de rango de símbolos de código QR van de la versión 1 a la versión 40. Cada versión tiene una configuración de módulo diferente o el número de módulos. (El módulo hace referencia a los puntos blancos y negros del código). "La configuración del módulo" se refiere al número de módulos contenidos en un símbolo, comenzando con la Versión 1 (21 × 21 módulos) hasta la versión 40 (177 × 177 módulos). Cada número de versión superior consta de 4 módulos por lado. (Ver Tabla 2.3). (QR Code, 2013)
- Corrección de errores. Los códigos QR tienen la capacidad de corrección de errores para restaurar los datos cuando el código está sucio o dañado. Cuatro niveles de corrección de errores están disponibles para que los usuarios elijan en función del entorno operativo. El aumento de este nivel mejora la capacidad de corrección de errores, pero también aumenta la cantidad de datos de tamaño de código QR. La función de corrección de error de códigos QR se implementa mediante la adición de un código de Reed-Solomon a los datos originales.

La capacidad de corrección de error depende de la cantidad de datos que debe corregirse. Por ejemplo, si hay 100 palabras de código de código QR para ser codificados, 50 de los cuales deben ser corregidos, se requieren 100 palabras de código de código Reed-Solomon, requiere el doble de la cantidad de palabras de código que debe corregirse. En este caso, las palabras de código en total son 200, 50 de los cuales se puede corregir. Por lo tanto, la tasa de corrección de errores para el total de palabras de código es 25%. Esto corresponde a QR Code nivel de corrección de error Q.

En el ejemplo anterior, la tasa de corrección de errores para palabras de código del código de QR puede ser considerado como 50%. Sin embargo, no siempre es el caso de palabras de código que no Código de Reed-Solomon, pero sólo Código QR son susceptibles a la suciedad y Código damage.QR por lo tanto, representa la tasa de corrección de errores como una relación de las palabras de código en total. (QR Code, 2013)

- Codificación. Los formatos de la información graban dos cosas: el nivel de corrección de errores y el patrón de máscara utilizada para el símbolo. El enmascaramiento se utiliza para romper los patrones en el área de datos que podrían confundir a un escáner. Los patrones de máscara se definen en una cuadrícula que se repite según sea necesario para cubrir la totalidad del símbolo. Los módulos correspondientes a las zonas oscuras de la máscara se invierten. La información de formato está protegida contra los errores con un código BCH, y dos copias completas se incluyen en cada símbolo QR. Los datos del mensaje se colocan de derecha a izquierda en un patrón de zigzag, como se muestra en la figura a continuación. En símbolos más grandes, esto se complica por la presencia de los patrones de alineación y el uso de múltiples bloques de corrección de errores entrelazados (Wikipedia, 2013).

Tabla 2.3. Esquema de especificación de códigos QR

Fuente. (QR Code, 2013)

Tamaño de símbolo	**Módulos 21 x 21 – 177 x 177 (tamaño crece por 4 módulos/lado)**	
Tipo & Cantidad de Datos (Uso mixto es posible)	Numérico Alfanuméricos 8-bit bytes (binario) Kanji	Max. 7.089 caracteres Max. 4.296 caracteres Max. 2.953 caracteres Max. 1.817 caracteres
Corrección de errores (restauración de datos)	Nivel L Nivel M Nivel Q Nivel H	Approx. 7% de las palabras codificadas pueden ser restauradas. Approx. 15% de las palabras codificadas pueden ser restauradas Approx. 25% de las palabras codificadas pueden ser restauradas Approx. 30% de las palabras codificadas pueden ser restauradas

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

El desarrollo de la aplicación se enmarcó en la metodología Mobile-D, una metodología orientada exclusivamente al desarrollo de aplicaciones móviles, en este capítulo se describe el desarrollo del prototipo en cada una de sus fases.

3.1.EXPLORACIÓN

En esta fase se describen los usuarios involucrados en este proyecto, los requerimientos del proyecto, las historias de usuario, tareas y la planeación del proyecto.

3.1.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS USUARIOS

Los usuarios involucrados en este proyecto son descritos a continuación.

Tabla 3.1. Descripción de los usuarios

Usuario	Descripción
Usuario de la aplicación móvil	Persona que tiene instalada la aplicación en su dispositivo móvil, también puede visitar la página web con el detalle del registro del automóvil a través de éste.
Usuario de la aplicación web	Persona que accede a la página web a través de un link compartido por un usuario de la aplicación móvil.
Administrador	Persona administradora del sitio web de información del registro de empresas de radio taxi, conductores y vehículos.

3.1.2. REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO

Los requerimientos para la construcción de la aplicación fueron los siguientes.

- Integración con la tecnología de realidad aumentada, utilizando el SDK Layar 7.2.

- Reconocimiento, procesamiento y escaneo de códigos QR, en tiempo real, utilizando realidad aumentada.
- Diseño de una base de datos para el registro de radio taxis, conductores, empresas de radio taxis y otros.
- Construcción de una página web con el registro y detalle de automóviles.
- Acceso a página web de registro de radio taxis.
- Opciones para compartir página web, utilizando la mensajería, redes sociales u otras aplicaciones instaladas.

3.1.3. HISTORIAS DE USUARIO Y TAREAS

En las siguientes tablas se describen dos historias de usuarios representativas con sus respectivas tareas de ingeniería, las demás historias y tareas se encuentran en el Apéndice 1.

Tabla 3.2. Historia de usuario 1

	Historia de Usuario
Número: 1	**Nombre Historia de Usuario:** Reconocer rosetas de automóviles a través de la cámara del dispositivo.
Modificación de Historia de Usuario Número: -	
Usuario: Usuario móvil	**Iteración Asignada:** 1-3
Prioridad en Negocio: Alta	**Puntos Estimados:** 3
Riesgo en Desarrollo: Alto	**Puntos Reales:** 3
Descripción: Ver las rosetas, que contienen los códigos QR, a través de la aplicación en tiempo real	
Observaciones:	

Tabla 3.2.1. Tarea de ingeniería: Diseño de la interfaz

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 1.1	**Número Historia de Usuario:** 1

Nombre Tarea: Diseño de la interfaz	
Tipo de Tarea : Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	**Puntos Estimados:** 1
Fecha Inicio: 05-08-2013	**Fecha Fin:** 07-08-2013
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: Diseño de la interfaz de inicio de la aplicación	

Tabla 3.2.2. Tarea de ingeniería: Integración con SDK

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 1.2	**Número Historia de Usuario:** 1
Nombre Tarea: Integración con SDK de realidad aumentada	
Tipo de Tarea : Desarrollo - Integración Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	**Puntos Estimados:** 2
Fecha Inicio: 12-08-13	**Fecha Fin:** 14-08-2013
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: Utilizar el SDK elegido para activar la realidad aumentada en la aplicación	

Tabla 3.2.3 Tarea de ingeniería: Reconocimiento de QR

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 1.3	**Número Historia de Usuario:** 1
Nombre Tarea: Reconocimiento de códigos QR	
Tipo de Tarea : Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	**Puntos Estimados:** 3
Fecha Inicio: 19-08-13	**Fecha Fin:** 21-08-2013
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: Reconocer y procesar en tiempo real los códigos QR impresos en las rosetas de vehículos	

Tabla 3.3. Historia de usuario 2

		Historia de Usuario
Número: 2	**Nombre Historia de Usuario:** Validar que los códigos de los radio taxis sean válidos o no	
Modificación de Historia de Usuario Número: -		
Usuario: Usuario		**Iteración Asignada:** 4
Prioridad en Negocio: Alta		**Puntos Estimados:**
Riesgo en Desarrollo: Alto		**Puntos Reales:**
Descripción: Verificar tipo y contenido de los códigos QR para mostrar al usuario mediante la aplicación si estos códigos son o no válidos		
Observaciones:		

Tabla 3.3.1 Tarea de ingeniería: Validación de QR

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 2.1	**Número Historia de Usuario:** 2
Nombre Tarea: Validación de códigos QR	
Tipo de Tarea : Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	**Puntos Estimados:**
Fecha Inicio: 26-08-2013	**Fecha Fin:** 28-08-2013
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: Mostrar un icono representativo de valido o no valido y un mensaje al usuario	

3.1.4. PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO

En la tabla a continuación se describe la planificación hecha para cada una de las historias de usuario en el punto anterior

Tabla 3.4. Planificación del desarrollo.

ITERACIONES	N°	Tareas	INICIO	FIN	OBS
Primera	1	Diseño de la interfaz	05-08-13	07-08-13	

	2	Integración SDK r.a.	12-08-13	14-08-13	
	3	Reconocimientos QR	19-08-13	21-08-13	
Segunda	1	Validación QR	26-08-13	28-08-13	
Tercera	1	Diseño e implementa-ción de base de datos	02-09-13	03-09-13	
	2	Creación página web	06-09-13	10-09-13	
	3	Navegación a partir de código QR válido	16-09-13	18-09-13	
Cuarta	1	Compartir recursos	23-09-13	25-09-13	

3.2.INICIALIZACIÓN

En esta fase se realizó la preparación y definición de los recursos y herramientas utilizadas en la construcción del producto.

3.2.1. ESTABLECIMIENTO DE RECURSOS

En este punto se describirán las herramientas utilizadas para la implementación de la aplicación.

- **Plataforma Android**

La elección de esta plataforma fue influenciada en gran medida por el gran uso actual en el mercado, especialmente en la ciudad de La Paz, por lo tanto se utilizaron las siguientes herramientas:

- Eclipse ADT (Android Development Tools)
- Android SDK Tools v.22.0.1
- Android SDK Platform Tools v.17

- **Elección del SDK de realidad aumentada.**

Con el propósito de la construcción del prototipo, en la presente investigación se tuvo la oportunidad de probar con distintos SDK´s de realidad aumentada brindados por diferentes empresas y laboratorios de investigación.

Después de la descarga y prueba de distintos SDK´s se observaron las ventajas y desventajas en el proyecto para la elección final del SDK.

Tabla 3.5. Comparación: SDK´s de realidad aumentada para la plataforma Android

SDK	VENTAJAS	DESVENTAJAS
VUFORIA (http://developer.qualcomm.com/dev/augmented-reality)	Soporte para plataformas Android y iOS, reconocimiento de marcadores, proyección de objetos 3D, licencia libre y comercial. Buen soporte de la comunidad, tutoriales y documentación. Excelente opción para renderización de imágenes con el uso de OpenGL mediante marcadores.	Divide el código entre el lenguaje Java y lenguaje nativo, por lo tanto, para la plataforma Android se necesita descargar el NDK para la compilación de los códigos nativos. Esto significa que para el uso de sus librerías y sus ejemplos se deben seguir una serie de pasos antes de poder crear un proyecto Android y utilizar el SDK. Para crear un proyecto deben incluirse ambos lenguajes, creando archivos adicionales y añadiendo líneas de código a las clases y el uso del NDK de Android es obligatorio.
METAIO (http://www.metaio.com)	Muy popular para campañas de publicidad de distintas empresas (Adidas, Wolkswagen, etc.). Soporte para plataformas Android, iOS, web, Mac y Windows. Servicios en la nube, servidores propios. Soporte GPS, IMU, marcadores, imágenes, códigos QR, proyecciones 3D, licencia libre y comercial (incluye licencia perpetúa y para los desarrolladores el uso ilimitado de la versión para PC del creador de Metaio). Utiliza AREL, (*Augmented Reality Experience Language*), una unión de JavaScript API del SDK Metaio en combinación con una definición de contenido estático XML y HTML5. Excelente soporte por la comunidad, página actualizada constantemente para desarrolladores, noticias laboratorios de investigación, concursos para desarrolladores e investigadores.	Para la plataforma Android, se requiere la versión mínima 2.2 (Froyo) y el uso del SDK está desactivado en los dispositivos que utilizan 6 chipset ARM como el HTC Hero, Magia, Wildfire y Tatoo, Samsung Galaxy Ace y dispositivos similares. Para el desarrollo de la aplicación se cuenta con un dispositivo Samsung Galaxy Ace, en el cual las pruebas son imposibles.
JUNAIO (http://www.junaio.com/develop/)	Junaio es la versión que Metaio lanzó al mercado como "*The Most Advanced AR Browser*", el buscador	Las desventajas son las mismas que las descritas para Metaio, además los ejemplos deben ser

	de realidad aumentada. Incluye todos los beneficios de Metaio, incluyendo las del desarrollador	descargados y probados a través del browser, lo que implica mayor procesamiento del dispositivo.
DROIAR (http://code.google.com/p/droidar/) (https://github.com/bitstars/droidar)	Proyecto de realidad aumentada todavía bajo desarrollo, sin embargo las versiones lanzadas incluyen realidad aumentada basada en localización y marcadores. Es posible contribuir a este proyecto que actualmente se encuentra en Github, y que tiene gran soporte de la comunidad debido a que es un proyecto de código libre. Tiene muchas características entre las que se incluye el renderizado de imágenes y proyecciones 3D. La realidad aumentada por geolocalización incluye el uso de mapas e información en tiempo real.	La desventaja de este proyecto de realidad aumentada, está en el hecho que todavía es un proyecto bajo construcción. Su uso, bajo marcadores no incluye el procesamiento de códigos QR, y el renderizado es todavía un poco tosco en la presentación y proyección de imágenes ya que utiliza mayormente clases nativas del lenguaje Java y un poco de OpenGL.
LAYAR	Soporte para plataformas Android y iOS. Muy solicitado para campañas publicitarias, permite el desarrollo de estas campañas en su plataforma, dando al desarrollador gran soporte y revisión del trabajo. Soporta uso de objetos 3D, objetos multimedia (imágenes, audio, video), y realidad aumentada basada en geolocalización. A partir de la versión 7.2 da soporte al procesamiento de códigos QR. Su licencia es tanto comercial como de prueba (30 días). Cuenta con gran documentación de las distintas versiones del SDK, fórum y blog para desarrolladores. Los desarrolladores de layar brindan soporte inmediato ante un pedido o pregunta.	Solamente la realidad aumentada basada en marcadores permite el uso de geolocalización. No es posible aumentar capas de información encima de las que son brindadas por el SDK.

El SDK elegido fue Layar SDK v.7.2., puesto que las características expuestas en la anterior tabla incluyendo el escaneo y procesamiento de códigos QR así como el constante soporte brindado por los desarrolladores se acomodan mejor a los objetivos a cumplir con la aplicación.

3.3.PRODUCCIÓN

En esta fase se describe las iteraciones para la construcción de la aplicación siguiendo la regla de la metodología MOBILE-D: “programación de tres días”. A continuación se describen dos iteraciones, las demás iteraciones pueden ser referenciadas en el Apéndice 1.

3.3.1. ITERACIÓN 1. Diseño de interfaz

[Historia de usuario 1, tarea de ingeniería 1.1]. La primera iteración describe el diseño de la interfaz de inicio de la aplicación.

3.3.1.1.Planeación.

Se describe en la siguiente tabla.

Tabla 3.6. Planeación iteración 1.

CARACTERISTICAS	DURACIÒN
En esta fase se diseñó y desarrolló la interfaz de inicio de la aplicación indicando al usuario el uso de la aplicación, con un botón para el ingreso al reconocimiento de códigos	3 días

3.3.1.2.Codificación

La interfaz de inicio es una actividad en la programación Android, que tiene una breve explicación del uso de la aplicación y un botón que inicia el escaneo de códigos QR

3.3.1.3.Liberación

La figura 3.1. muestra la pantalla del inicio de la aplicación.

Fig 3.1. Pantalla de inicio de la aplicación

3.3.2. ITERACIÓN 4. Validación de códigos QR

[Historia de usuario 2, tarea de ingeniería 2.1]. La cuarta iteración describe el proceso de validación de los códigos QR.

3.3.2.1.Planeación

La planeación de esta iteración se describe en la siguiente tabla:

Tabla 3.7. Planeación iteración 4

CARACTERISTICAS	DURACIÒN
Se filtraron los códigos QR para probar la validez de aquellos que irán impresos en los radio taxis. Se añadirán logos para mostrar la validez de estos códigos.	3 días

3.3.2.2.Codificación

La codificación de esta característica toma la iteración 3 como base de reconocimiento y procesamiento de códigos QR, se realiza la validación de los códigos tomando cómo válidos aquellos códigos con la URL de la página de registros de radio taxis, se muestra al usuario un icono y un mensaje de valido.

Se muestra como no valido los otros tipos de códigos QR y se muestra al usuario un icono y un mensaje de advertencia.

Ambos casos son pueden ser vistos en el punto 3.3.4.3. (Liberación)

3.3.2.3.Liberación

La siguiente tabla describe las pruebas realizadas sobre esta iteración.

Tabla 3.8. Caso de prueba iteración 4

	Caso de Prueba de Aceptación
Código Caso de Prueba: 3	**Número Historia de Usuario:** 2
Descripción de la Prueba: La aplicación de discriminar códigos QR entre los que serán identificados como "VALIDOS", y aquellos que serán los "NO VALIDOS"	
Condiciones de Ejecución: Deben existir distintos tipos de códigos QR incluyendo aquellos válidos e inválidos	
Entrada / Pasos de ejecución: Imágenes de códigos QR.	
Resultado Esperado: Mostrar en pantalla el icono y el mensaje respectivo a la validez o no del código	
Evaluación de la Prueba: La prueba fue exitosa y es reflejada en la figuras 3. Y 3.	

Fig.3.2. Imagen de la aplicación, discriminación código QR "NO VALIDO"

Fig.3.3. Imagen de la aplicación, discriminación código QR "VALIDO"

3.4.ESTABILIZACIÓN

En esta fase se realizarán las últimas acciones de integración de la aplicación, quedando el resultado final reflejado en la figura 3.4.1.

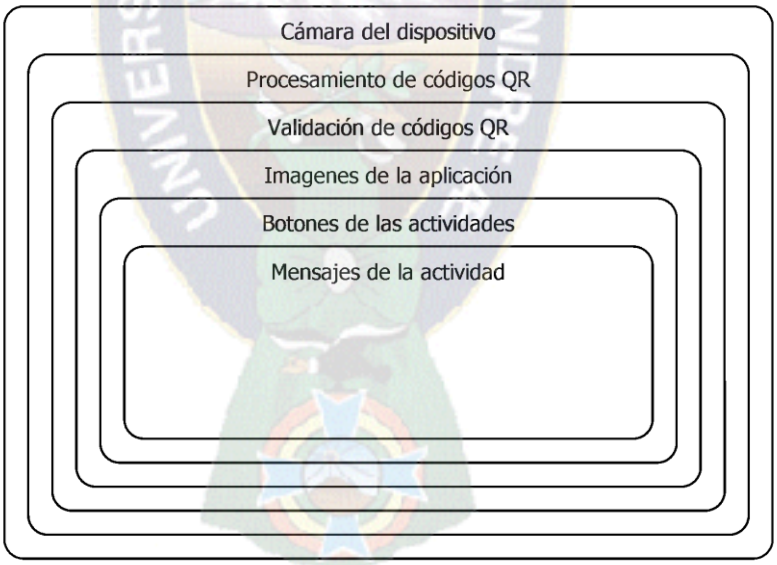


Fig.3.4. Diagrama de actividades: integración de la aplicación

El diagrama de la figura 3.4.1 representa cada uno de los procesos realizados por actividad en la aplicación. Primero se tiene la activación de la cámara del dispositivo, a través de la cual capturamos las imágenes de la realidad. Luego, la actividad donde se capturan las imágenes que tienen impresos los códigos QR, que están señalados para activar la realidad aumentada. A continuación, se tiene la actividad en donde el se

muestra los mensajes correspondientes al procesamiento de los códigos QR, después de su validación.

Por último se tienen las actividades destinadas a la interacción con el usuario, mostrándole mensajes de la aplicación y el botón para el inicio del escaneo de códigos QR.

3.5.PRUEBAS DEL SISTEMA

Esta es la última fase del desarrollo de la aplicación según la metodología Mobile-D. El detalle de las pruebas realizadas sobre la aplicación se detalla en el capítulo siguiente "PRUEBAS Y RESULTADOS".

CAPITULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1.PRUEBAS EN LA APLICACIÓN

4.1.1. DISEÑO DE LA ROSETA

El diseño de la roseta es un paso importante hacia la prueba de la aplicación móvil en un caso real de uso del prototipo propuesto en la presente investigación. Para esto, tomamos en cuenta el material requerido para la impresión del código, el tamaño de la roseta, la distancia óptima entre la ubicación de un vehículo con la roseta y la cámara del dispositivo, por último, se requiere identificar la ubicación de la roseta en el vehículo.

Primero, se realizaron pruebas sobre la ubicación de la roseta en el vehículo, las observaciones realizadas se describen en la tabla 3.9.

Tabla 4.1. Pruebas de la ubicación de la roseta en el vehículo

Ubicación en el vehículo	Observaciones
Parabrisas frontal (exterior)	Debido a las características de la impresión del código (fondo blanco) se encuentra que esta no en una buena ubicación para el código. La razón principal se debe a que el reflejo de la luz solar de día en distintas condiciones climáticas o la luz de las luminarias nocturnas, inciden en una pobre visión del código y complica la identificación rápida del código.
Parabrisas frontal (interior)	Al igual que en la ubicación exterior, y las características del vidrio de los parabrisas vehiculares. Las condiciones de luz tanto nocturna como diurna reflejan directamente sobre el parabrisas y dificultan en gran manera tanto la identificación del código así como el funcionamiento de la aplicación.
Espejo lateral (pasajero)	La posición del código en el espejo lateral es óptima para la identificación del código en un vehículo en movimiento. No existe impedimento para la identificación del código en ninguna situación climática. La desventaja de esta posición se da cuando el vehículo

	está detenido y el usuario debe situarse de frente al espejo para la lectura de este.
Puerta lateral (pasajero)	La posición del código se encuentra en la puerta lateral del pasajero a 4 cm del borde superior de la puerta, en la parte central a ambos laterales. La lectura del código también puede realizarse cuando un vehículo se encuentra en movimiento, pero el mayor beneficio se encuentra cuando este se encuentra detenido.

La posición elegida para la ubicación de la roseta en el vehículo fue la puerta lateral del pasajero. Esta elección fue hecha tomando en cuenta el proceso realizado por un pasajero al tomar un radio taxi en la ciudad de La Paz. Este proceso se describe a continuación:

- El pasajero detiene el radio taxi y éste estaciona lateralmente frente a él.
- El pasajero se acerca a la ventanilla lateral derecha (la del pasajero) para preguntar al conductor el costo o el destino al que se quiere llegar.
- Dependiendo del acuerdo, se aborda o no el vehículo.

Como conclusión de este proceso, se tomará en cuenta que el pasajero, usuario de la aplicación, hará la verificación del código el momento en que el vehículo estacione con la puerta lateral frente a él, donde se encontraría el código.

Después se realizaron las pruebas correspondientes en distintos dispositivos móviles para determinar el tamaño de la roseta en un vehículo sin y en movimiento medio, las distancias promedio se reflejan en la tabla 3.10 y 3.11 correspondientemente.

Tabla 4.2. Pruebas referentes al tamaño de la roseta en un vehículo sin movimiento

Tamaño de la roseta [cm]	**Distancia mínima [cm]**	**Distancia máxima [cm]**
8 x 8	12	45
9 x 9	13	52
10 x 10	14	62

11 x 11	14	71
12 x 12	16	78
13 x 13	18	85

Tabla 4.3. Pruebas referentes al tamaño de la roseta en un vehículo en movimiento

Tamaño de la roseta [cm]	**Distancia mínima [cm]**	**Distancia máxima [cm]**
8 x 8	-	-
9 x 9	-	10
10 x 10	-	10
11 x 11	10	30 - 35
12 x 12	10	30 - 40
13 x 13	12	30 - 40

El tamaño elegido para la roseta fue la de tamaño 12 x12 [cm], esto debido a las distancias comprobadas en las tablas anteriores, la fácil identificación del código para los usuarios y la visibilidad del código.

Respecto al material de la roseta, en un ámbito de aplicación el escenario ideal es que el código único para cada vehículo sea pintado por la autoridad correspondiente. Para un ambiente de pruebas se recomienda que el código sea impreso tomando en cuenta los siguientes materiales y características.

- La roseta debe ser cuadrada con fondo blanco, y el código debe ser negro.
- El código no debe presentar alteraciones ni manchas significativas que dificulten el proceso de lectura e identificación del código
- El nivel para la corrección de errores del código QR debe ser H (30% de las palabras pueden ser restauradas en caso de que el código este sucio o dañado).
- El papel recomendable debe ser de seguridad 90 gr., auto adherible, con adhesivo agresivo que se pegue firmemente al material del vehículo.
- La tinta de impresión recomendable debe ser penetrante tipo 4710 BA.

4.1.2 FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN

En este punto se describen los casos de estudio realizados para evaluar el desempeño de la aplicación. Estas pruebas fueron realizadas mediante un estudio de casos en situaciones límites, ideales y normales a las que la aplicación pueda ser expuesta.

Primero, se describen los dispositivos móviles en los cuáles las pruebas fueron llevadas a cabo (tabla 3.12), posteriormente se describen los casos de prueba.

Tabla 4.4. Dispositivos utilizados para las pruebas.

Dispositivo	Versión de Android	Resolución Pantalla	Densidad
Samsung Galaxy Ace	2.3.6	320 x 480	2592x1944 pixeles
Samsung Galaxy Ace Plus	2.3.6	320 x 480	2592x1944 pixeles
Galaxy Nexus	4.0	720 x 1280	2592x1936 pixeles
Sony Xperia J	4.0	480 x 854	2592x1944 pixeles

4.1.2.1.Caso de estudio 1

Descripción. En este caso de estudio se tomó una situación ideal en la que el vehículo tenga su código QR y se encuentre estacionado, las condiciones climáticas tengan la luz natural (solar) nublado o soleado y el pasajero cuente con acceso a internet en su dispositivo.

Resultados. La aplicación cumple los objetivos y requerimientos de funcionalidad.

Observaciones. En este caso de estudio no se tiene ninguna observación.

4.1.2.2.Caso de estudio 2

Descripción. En este caso de estudio se tomó una situación extrema en la que no se tenga luz solar ni se tengan luminarias en el momento de la detención del vehículo.

Resultados. La aplicación cumple los objetivos y requerimientos de funcionalidad condicionados al hecho que en ninguna situación tanto el uso de la aplicación y el escaneo del código sean hechos en una completa oscuridad.

Observaciones. En este caso de estudio se probó la funcionalidad de la aplicación en una situación de completa oscuridad. La aplicación no incluye la función linterna para el dispositivo, puesto que para activar esta funcionalidad se requiere el uso del hardware del dispositivo (aparte de la cámara) y el hecho que muchos dispositivos no cuentan con esta funcionalidad.

4.1.2.3.Caso de estudio 3

Descripción. En este caso de estudio se tomó una situación en la que las condiciones climáticas sean de lluvia, tanto de día como de noche.

Resultados. La aplicación cumple los objetivos y requerimientos de funcionalidad siempre y cuando el código se encuentre ubicado según la recomendación del punto 3.5.1., además de los resultados obtenidos en el punto 3.5.2.2.

Observaciones. En este caso de estudio, se probó que si él código se encuentra dentro del parabrisas, las gotas de lluvia impiden la lectura del código QR.

4.1.2.4.Caso de estudio 4

Descripción. En este caso de estudio se tomó una situación en la que el código QR se encuentre dañado o manchado.

Resultados. La aplicación cumple los objetivos y requerimientos de funcionalidad, siempre y cuando el código no tenga daños en más del 25% del código y los cuadros identificadores no se encuentren cubiertos o nulos.

Observaciones. En este caso de estudio se obtuvieron distintos resultados, sin embargo, cuando el código se encontraba dentro del parabrisas vehicular la lectura e identificación del código no fueron posibles.

4.2. RESULTADOS

La evaluación realizada sobre la aplicación fue realizada mediante el uso de encuestas dirigidas a la población, la cual determinó tanto la utilidad, la facilidad de uso y la actitud hacia el uso si la aplicación construida estuviera disponible en el mercado. También se pudieron recolectar posibles cambios y sugerencias para mejorar el producto.

Población. El uso de la aplicación está limitado a la ciudad de La Paz. Según el censo realizado en la gestión 2012 en esta ciudad se tienen 764.617 habitantes (Intituto Nacional de Estadística, 2013). Debido a la imposibilidad de tiempo, dinero y el enorme esfuerzo que significaría realizar una encuesta sobre toda la ciudad; tomaremos la población total como infinita.

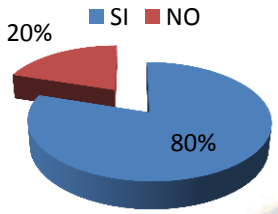
Número de encuestas. Según el teorema del límite central, si una población tiene media μ y desviación típica σ, la distribución muestral de medias L(X) se aproxima a una distribución $N(\mu,\sigma/ n)$ cuando $n > 30$.

4.2.1. ENCUESTAS

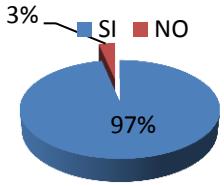
Las encuestas realizadas a la población se llevaron a cabo entre los días 13 y 18 de noviembre del año 2013 en distintas zonas de la ciudad de La Paz. Dichas encuestas pueden ser referenciadas en el Anexo B del presente documento.

Los resultados obtenidos de las 10 preguntas formuladas se describen en la figura 4.1

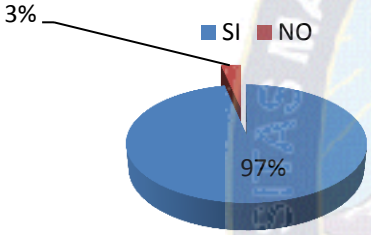
1. ¿Logró identificar rápidamente el código del vehículo?



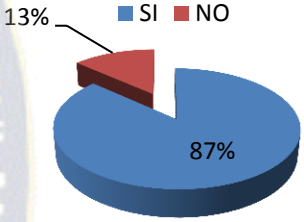
2. ¿Le parace adecuada la distancia provista para la identificación del código?



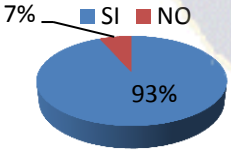
3. ¿Le parece aceptable el tiempo de espera para la identificación del código?



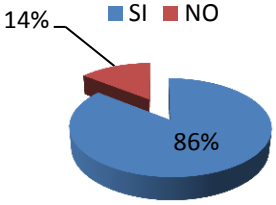
4. ¿Se sentiría seguro al abordar un radio taxi con el uso de la aplicación?



5. ¿Considera que la información provista acerca de la empresa de transporte , el conductor y el vehículo es indicada para la seguridad del abordaje?

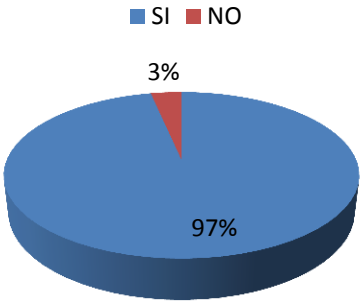


6. ¿Sus contactos tuvieron acceso a la información provista por la aplicación, después de haber abordado el radio taxi?



7. ¿Le parece importante el uso de la aplicación?

8. ¿Volvería a utilizar esta aplicación?



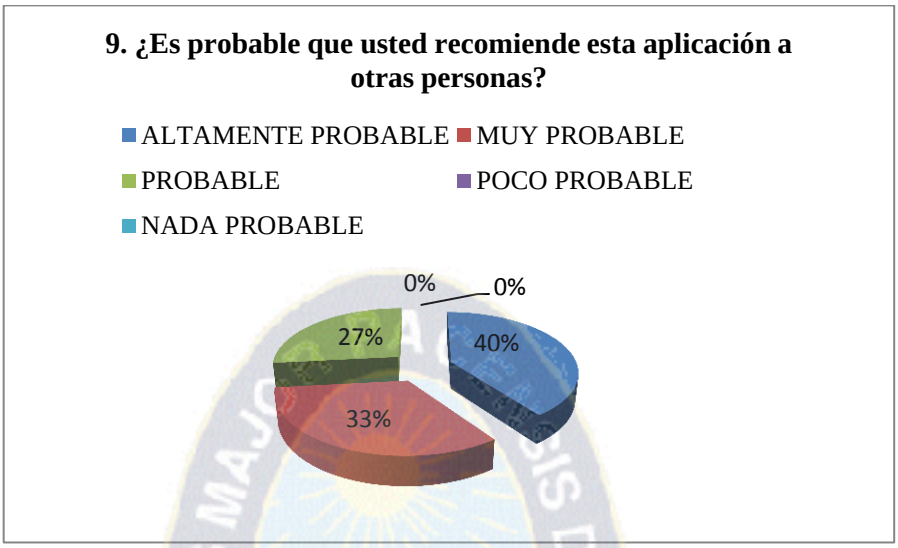


Fig.4.1. Resultados de la encuesta ciudadana

Los resultados recibidos muestran que el desarrollo e implementación de la aplicación recibe un gran interés de la población de la ciudad de La Paz. Por ejemplo, ante las preguntas: ¿Volvería a utilizar la aplicación? 97% de las personas encuestadas respondieron que sí volverían a utilizar la aplicación antes de un abordaje; o ante la pregunta ¿Le parece importante el uso de la aplicación? 57% de las personas encuestadas respondieron que su uso sería muy importante, 23 % dijo que su uso sería extremadamente importante para un abordaje seguro en un radio taxi; estas cifras muestran un alto grado de utilidad de la aplicación.

De esta manera, la aplicación es un aporte como una herramienta nueva, orientada a la seguridad haciendo uso de los dispositivos smartphones al alcance de la ciudadanía. Sin embargo, también se encontraron algunas sugerencias a ser tomadas en cuenta para las mejoras de la aplicación.

4.2.2. PRUEBAS SOBRE LA APLICACIÓN

Las pruebas de aplicación fueron realizadas el día 15 de noviembre de 2013 en la ciudad de La Paz por los alumnos de Taller II de la carrera de Informática. Se tomaron dos distintas zonas de la ciudad: la zona central y alto Pampahasi. Los resultados fueron satisfactorios ya que probaron la confiabilidad de la aplicación en situaciones en las que se cuenta con acceso a Internet y en situaciones en las que el acceso es limitado o nulo, esto para compartir la información del abordaje. Sin embargo, en la situación en la que se tenga problemas de acceso al Internet el usuario no podrá ver la información de la empresa de servicio, el vehículo y el conductor.

Fig 4.2. Pruebas realizadas en la zona central de la ciudad de La Paz

Fig 4.3. Equipo de pruebas, zona Alto Pampahasi.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- El objetivo general fue cumplido ya que se logró la construcción de una aplicación utilizando realidad aumentada la cual reconoce y valida los códigos QR en tiempo real. Además, el usuario logra obtener información tanto de la empresa como del vehículo y conductor, por último, el usuario tiene la opción de compartir la dirección con el detalle del abordaje con sus contactos a través de las redes sociales, correo electrónico, otras aplicaciones y mensajería del celular.
- Se logró probar distintos SDK´s de realidad aumentada para la plataforma Android y se tomó en cuenta sus características para la elección final.
- Se diseñó e implementó la base de datos que almacena la información de la empresa de servicio, los vehículos y conductores. Esta base de datos se encuentra almacenada en los servidores de Azure[7].
- El procesamiento de la información almacenada en los códigos QR se logró gracias al uso del SDK de Layar. También se logró que el usuario tuviera acceso a la información con el acceso a la aplicación web almacenada en Azure y el compartimiento de esta página a los contactos del usuario.
- Si un dispositivo no cuenta con el acceso a Internet, un usuario puede compartir la información del abordaje con sus contactos a través de la mensajería provista por su empresa de servicio telefónico.
- Se implementaron distintas pruebas sobre la aplicación, las cuales mostraron distintos resultados favorables tomando en cuenta diversos factores y casos de uso.

[7] Windows Azure es una plataforma de nube abierta y flexible que permite compilar, implementar y administrar aplicaciones rápidamente, en una red global de centros de datos administrados por Microsoft. (http://www.windowsazure.com)

- La construcción de una aplicación con realidad aumentada es una solución innovadora para la seguridad en los radio taxis y una nueva utilidad en el uso de dispositivos smartphone.
- La población siente más seguridad al abordar un radio taxi al contar con información tanto de la empresa de transporte, del vehículo y del conductor del mismo.
- La población si utilizaría una aplicación orientada a la seguridad ciudadana, además que es muy probable que recomiende su uso.
- Los SDK´s disponibles para la realidad aumentada son de gran utilidad para la construcción de aplicaciones móviles, sin embargo, la obtención de una licencia de alto costo en muchos de ellos es todavía una limitante en nuestro medio.

5.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el código QR sea situado en la puerta lateral del vehículo, con alguna medida adicional de seguridad impuesta por la autoridad correspondiente y adicionalmente se tenga el mismo código en un lugar visible al interior del vehículo.
- Para una mejor verificación de la validez del código, se recomienda incrementar capas a las actividades de la realidad aumentada para el reconocimiento de logos u otros marcadores.
- Se recomienda llevar un registro actualizado de las empresas de radio taxis legales de la ciudad así como de los vehículos y de los conductores para un mejor control de éstos.
- Construir otras aplicaciones orientadas a la seguridad ciudadana con el uso de la realidad aumentada como por ejemplo, ubicación de servicios, tutoriales de emergencia, etc.

Bibliografía

Aquino, D. A. (2012). Sistema de Gestión de Inventarios Basado en Codigos QR. Caso: Carrera de Informática. La Paz, La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

Azuma, R. (1997). *A survey of Augmented Reality*.

Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Werterski, A., & Rodriguez, P. (2009). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles* . Madrid: Universidad Politécnica de Madrid .

Bolivia Informa. (26 de 10 de 2011). *BOLIVIA INFORMA*. Recuperado el 20 de 03 de 2013, de BOLIVIA INFORMA: http://reyquibolivia.blogspot.com/2011/10/la-paz-el-75-reprueba-al-transporte.html

Bonnin, J. (2008). *Realidad Aumentada*. Recuperado el 25 de 04 de 2013, de http://outernet.tk/

Clemments , P., & Northrop, L. (2003). *Software Product Lines, course notes of Product Line Systems Program.* Carnegie Mellon University: Software Engineering Institute.

Cuera, M. E. (2013). *Software Quality Assurance*. Recuperado el 21 de 05 de 2013, de http://www.mtp.es/index.php/sala-de-prensa/articulos-de-opinion?id=265

Fundación Telefónica. (2011). *Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo.* España: Ariel S.A.

Gobierno Municipal de La Paz. (07 de 04 de 2013). *LA PAZ*. Recuperado el 07 de 04 de 2013, de GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ PAGINA WEB: http://www.lapaz.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=4814&Itemid=541

Gobierno Municipal Nuestra Señora de La Paz. (2009). *Reglamento Municipal para el Funcionamiento de Radio Taxis en el Municipio de La Paz.* La Paz: Gobierno Municipal de La Paz.

González Gutiérrez, D., Remis García, S., & Rubén Fernández, S. (2011). *Realidad Aumentada.* Universidad de Oviedo: Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón.

Intituto Nacional de Estadística. (2013). *Censo nacional de población y vivienda 2012*. Recuperado el 17 de 11 de 2013, de Censo nacional de población y vivienda 2012: http://www.ine.gob.bo:8081/censo2012/PDF/resultadosCPV2012.pdf

LAYAR. (2013). *LAYAR*. Recuperado el 05 de 2013, de LAYAR: http://www.layar.com/what-is-layar/

Metaio. (2013). *Metaio*. Recuperado el 11 de 11 de 2013, de Metaio: http://www.metaio.com/about/

MICROSIERVOS. (2013). *MICROSIERVOS*. Recuperado el 28 de 05 de 2013, de MICROSIERVOS: http://www.microsiervos.com/archivo/tecnologia/laya-realidad-aumentada-android.html

Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana de Bolivia. (05 de 03 de 2013). *OBSERVATORIO NACIONAL DE SEGURIDAD CIUDADANA DE BOLIVIA*. Recuperado el 05 de 03 de 2013, de http://www.onsc.gob.bo/

Periódico El Cambio. (31 de 01 de 2013). *PERIODICO EL CAMBIO*. Recuperado el 2013 de 04 de 07, de PERIODICO EL CAMBIO: http://www.cambio.bo/ciudades/20130131/se_controlara_a_los_radiotaxis_con_gps_87966.htm

Periódico El Cambio. (31 de 01 de 2013). *PERIODICO EL CAMBIO*. Recuperado el 07 de 04 de 2013, de PERIODICO EL CAMBIO:

http://www.cambio.bo/ciudades/20130131/se_controlara_a_los_radiotaxis_con_gps_87966.htm

Periódico Página Siete. (19 de 05 de 2012). *PAGINA SIETE*. Recuperado el 2013 de 04 de 07, de PERIODICO PAGINA SIETE: http://www.paginasiete.bo/2012-09-05/Nacional/Destacados/34Seg01050912.aspx

Periódico Página Siete. (10 de 09 de 2012). *PERIODICO PAGINA SIETE*. Recuperado el 21 de 04 de 2013, de PAGINA SIETE: http://www.paginasiete.bo/2012-09-10/Sociedad/Destacados/340AdeSoc010912lun10.aspx

QActions. (2013). *QActions*. Recuperado el 21 de 05 de 2013, de http://www.qactions.com/controles-de-calidad-software.html

QR Code. (2013). *Denso Wave*. Recuperado el 30 de 04 de 2013, de http://archive.is/20120915/http://www.qrcode.com/en/aboutqr.html

Rahimian, V., & Ramsin, R. (2008). Designing and agile methodology for mobile software. En S. I. Science.

Red. (26 de 02 de 2013). *Red*. Recuperado el 17 de 05 de 2013, de Red: http://www.red.es/redes/sala-de-prensa/nota-de-prensa/las-aplicaciones-moviles-como-llave-de-acceso-del-ciudadano-la-ciudad-

Rodríguez, T. (29 de 09 de 2011). *genbetadev*. Recuperado el 19 de 05 de 2013, de http://www.genbetadev.com/desarrollo-aplicaciones-moviles/metodos-aplicables-para-el-desarrollo-de-aplicaciones-moviles

Tribuna abierta. (31 de 01 de 2011). *Tribuna abierta*. Recuperado el 2013 de 11 de 09, de Tribuna abierta: http://www.tribunaabierta.com/blog/?p=314

Wikipedia. (2013). *Wikipedia*. Recuperado el 30 de 04 de 2013, de http://en.wikipedia.org/wiki/QR_code

ANEXO 1

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

En este apéndice se describe a continuación la totalidad de tablas y figuras de las distintas fases de la metodología Mobile-D, seguida para el desarrollo de la aplicación

A.1. HISTORIAS DE USUARIO Y TAREAS

En las siguientes tablas se describen las historias de usuarios y sus tareas de ingeniería para cada una de ellas.

Tabla A.1 Historia de usuario 3

	Historia de Usuario
Número: 3	**Nombre Historia de Usuario:** Ver información de los radio taxis, conductores y empresas de radio taxis
Modificación de Historia de Usuario Número: -	
Usuario: Usuario	**Iteración Asignada:** 5
Prioridad en Negocio: Alta (Alta / Media / Baja)	**Puntos Estimados**:3
Riesgo en Desarrollo: Bajo (Alto / Medio / Bajo)	**Puntos Reales:** 3
Descripción: El pasajero deberá poder ver la información referente al automóvil que esta por abordar.	
Observaciones:	

Tabla A.1.1. Tarea de ingeniería: Diseño de base de datos

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 3.1	**Número Historia de Usuario:** 3
Nombre Tarea: Diseño e implementación de la base de datos	
Tipo de Tarea : Diseño - Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	**Puntos Estimados:**

Fecha Inicio:	**Fecha Fin:**
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: Diseñar una base de datos para almacenar la información referente a los conductores de los radio taxis, el vehículo y la empresa a la cual pertenecen	

Tabla A.1.2. Tarea de ingeniería: Creación de la página web

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 3.2	**Número Historia de Usuario:** 3
Nombre Tarea: Creación de la página web	
Tipo de Tarea : Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	**Puntos Estimados:**
Fecha Inicio:	**Fecha Fin:**
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: A partir de la base de datos de la tarea 3.1 implementar la página web que mostrará la información relevante para el abordaje de un pasajero a un vehículo.	

Tabla A.1.3 Tarea de ingeniería: Navegación web

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 3.3	**Número Historia de Usuario:** 3
Nombre Tarea: Navegación en la aplicación a partir de un código QR válido	
Tipo de Tarea : Adición Característica Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	**Puntos Estimados:**
Fecha Inicio:	**Fecha Fin:**
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: Abrir el código QR válido (que contiene un URL) a través del navegador	

Tabla A.2 Historia de usuario 4

		Historia de Usuario
Número: 4	**Nombre Historia de Usuario:** Compartir la información del vehículo con contactos	
Modificación de Historia de Usuario Número: -		
Usuario: Usuario		**Iteración Asignada:** 6
Prioridad en Negocio: Alta (Alta / Media / Baja)		**Puntos Estimados:**
Riesgo en Desarrollo: Alto (Alto / Medio / Bajo)		**Puntos Reales:**
Descripción: Tener opciones para que usuario pueda compartir la información con sus contactos después del abordaje		
Observaciones:		

Tabla A.2.1. Tarea de ingeniería: Compartir información

	Tarea de Ingeniería
Número Tarea: 4.1	**Número Historia de Usuario:** 4
Nombre Tarea: Compartir la página web a través de mensajería, redes sociales u otros	
Tipo de Tarea : Característica Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	**Puntos Estimados:**
Fecha Inicio:	**Fecha Fin:**
Programador Responsable: Silvia Alvarado	
Descripción: A partir del navegador tener una opción para compartir la URL del código válido accedido	

A.2. PRODUCCIÓN

A continuación se describe la totalidad de las iteraciones (menos la iteración 1,4 y 5 que pueden ser referenciadas en el Capítulo 3) de esta fase.

A.2.1. ITERACIÓN 2. Integración con el SDK layar

[Historia de usuario 1, tarea de ingeniería 1.2]. La segunda iteración describe la integración de la aplicación con el SDK layar.

A.2.1.1. Planeación

La planeación de está iteración se describe en la siguiente tabla.

Tabla A.3. Planeación iteración 2

CARACTERISTICAS	DURACIÒN
Se integró el SDK de Layar con la aplicación y se probó la funcionalidad de la realidad aumentada. Se comprobó el escaneo y procesamiento brindado por el SDK con códigos QR	3 días

A.2.1.2. Codificación

La librería "layar_vision_sdk_7_2_3_RC_20130628" fue integrada al proyecto, se probaron sus características y funciones.

A.2.1.3. Liberación

La siguiente tabla describe las pruebas realizadas sobre esta iteración.

Tabla A.4. Caso de prueba iteración 2

	Caso de Prueba de Aceptación
Código Caso de Prueba: 1	**Número Historia de Usuario:** 1
Descripción de la Prueba: Prueba de integración del proyecto con el SDK layar, prueba de funciones y características	
Condiciones de Ejecución: La aplicación deberá abrir una nueva actividad Android, la cual estará integrará el SDK, se probará la activación de la realidad aumentada..	
Entrada / Pasos de ejecución: Se imprimió un código QR, se inició la actividad integrada con el SDK y se observó el resultado.	
Resultado Esperado: Reconocimiento del código QR como activador de la realidad aumentada.	
Evaluación de la Prueba: La prueba fue exitosa demostrando que el sdk fue integrado exitosamente y se encuentra listo para su uso.	

A.2.2. ITERACIÓN 3. Reconocimiento de códigos QR

[Historia de usuario 1, tarea de ingeniería 1.3]. La tercera iteración describe el reconocimiento de códigos QR en la aplicación.

A.2.2.1. Planeación

La planeación se describe en la siguiente tabla.

Tabla A.5. Planeación iteración 3

CARACTERISTICAS	DURACIÒN
La aplicación toma los códigos QR como marcadores activadores de la realidad aumentada.	3 días

A.2.2.2. Codificación

La codificación en esta iteración cuenta con dos nuevas actividades Android incluidas en el SDK de layar, mediante las cuales se realizan el procesamiento y reconocimiento de los códigos QR siguiendo la norma ISO/IEC 18004:2006[8] . La actividad que reconoce y captura el código QR contiene un widget de tipo ImageView, en el cuál se captura el tipo de código QR. La segunda actividad muestra mediante un widget tipo TextView, el mensaje referente al código QR.

Fig. A.3. Reconocimiento códigos QR

[8] La referencia a esta norma puede ser encontrada en la página oficial: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43655

A.2.2.3. Liberación

La siguiente tabla describe las pruebas realizadas sobre esta iteración.

Tabla A.6. Caso de prueba iteración 3

Caso de Prueba de Aceptación	
Código Caso de Prueba: 2	**Número Historia de Usuario:** 1
Descripción de la Prueba: Prueba de la aplicación con el reconocimiento de códigos QR	
Condiciones de Ejecución: La aplicación debe reconocer los códigos QR y su tipo.	
Entrada / Pasos de ejecución: Imágenes de QR de URL de páginas web, redes wi-fi, etc.	
Resultado Esperado: Identificación del QR, mensaje e icono de reconocimiento	
Evaluación de la Prueba: La aplicación realizó exitosamente la prueba como se muestra en la figura.	

3.1.1. ITERACIÓN 5. Diseño e implementación de la base de datos

[Historia de usuario 3, tarea de ingeniería 3.1]. La quinta iteración está orientada a la construcción de la base de datos que almacenará la información de la empresa de servicio de radio taxis, el conductor y el vehículo. Para su almacenamiento, diseño e implementación se utilizaron los siguientes recursos.

- Almacenamiento en la nube utilizando una cuenta en los servidores de Windows Azure.
- El servidor de base de datos elegido fue SQL Server 2012 R2.
- La capacidad total de almacenamiento es de 1GB.

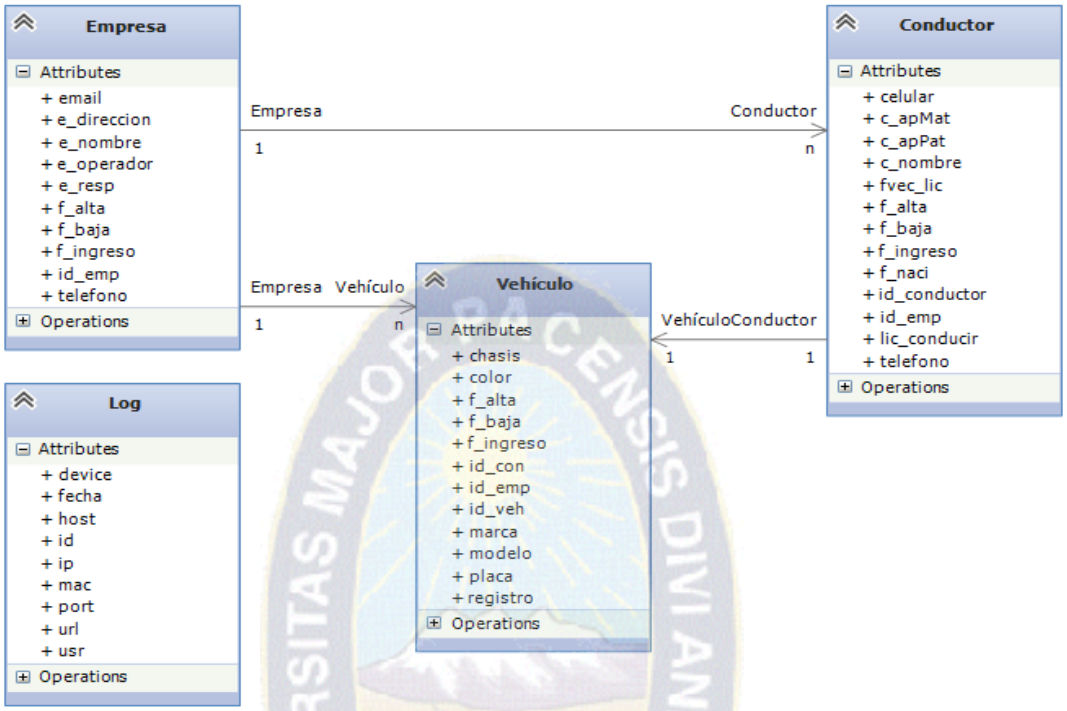


Fig. A.4. Modelo de datos

Descripción del modelo de datos. La figura A.4. muestra el diagrama de clases implementado. La base de datos cuenta con tres clases orientadas al registro de la empresa de servicio, el conductor y el vehículo. A continuación se describen cada una de estas.

Empresa. Esta clase almacena la información referente a las empresas de radio taxis, sus atributos son los siguientes:

- **id_emp.** (Llave principal, int, not null). Es el identificador único de cada registro en la tabla.
- **e_nombre.** (varchar(30), not null). Almacena el nombre de la empresa de radio taxi.
- **e_direccion.** (varchar (100), not null). Almacena la dirección de la empresa de radio taxi.
- **email.** (varchar(30), null). Almacena la dirección del correo electrónico de la empresa de radio taxi.
- **e_resp.** (varchar(50), not null). Almacena el nombre de la persona responsable o dueño de la empresa de radio taxi.

- **e_operador.** (varchar(50), null). Almacena el nombre del operador de la empresa de radio taxi.
- **teléfono.** (varchar (30), not null). Almacena el (los) número (s) a través de los cuáles se puede solicitar el servicio de un radio taxi.
- **f_ingreso.** (date, not null). Almacena la fecha en la que la empresa fue inscrita en el registro de radio taxis seguros.
- **f_alta.** (date, not null). Almacena la fecha de registro en la base de datos
- **f_baja.** (date, null). Almacena la fecha en la que se dio de baja a la empresa en la base de datos.

Conductor. Esta clase almacena la información del conductor de una empresa inscrita de radio taxis.

- **id_conductor.** (llave principal, int not null). Es el identificador único de cada registro en la tabla.
- **id_emp.** (llave foránea (empresa), int, not null). Es el identificador que relaciona la tabla conductor con la tabla empresa.
- **c_nombre.** (varchar(20), not null). Almacena el nombre (s) del conductor del vehículo.
- **c_apPat.** (varchar(20), not null). Almacena el apellido paterno del conductor del vehículo.
- **c_apMat.** (varchar(20), not null). Almacena el apellido materno del conductor del vehículo.
- **f_naci.** (date, not null). Almacena la fecha de nacimiento del conductor del vehículo.
- **teléfono.** (varchar(20), null). Almacena el número de teléfono del conductor del vehículo.
- **celular.** (varchar(20), null). Almacena el número de celular del conductor del vehículo.
- **lic_conducir.** (varchar(30), not null). Almacena el código de registro de la licencia de conducir del conductor del vehículo.

- **fvec_lic.** (date, not null). Almacena la fecha de vencimiento de la licencia del conductor del vehículo.
- **f_ingreso**(date, not null). Almacena la fecha de ingreso a la empresa de servicio del conductor del vehículo.
- **f_alta.** (date, not null). Almacena la fecha de registro en la base del conductor del vehículo.
- **f_baja.** (date, not null). Almacena la fecha de baja del conductor del conductor del vehículo.

Vehículo. Esta clase almacena la información del vehículo asignado a un conductor de una empresa inscrita de radio taxis.

- **id_veh.** (llave principal, int, not null). Es el identificador único de cada registro en la tabla.
- **id_con.** (llave foránea (conductor), int, not null). Es el identificador que relaciona la tabla vehículo con la tabla conductor.
- **id_emp.** (llave foránea (empresa), int, not null). Es el identificador que relaciona la tabla vehículo con la tabla empresa.
- **placa.** (varchar(10), not null). Almacena el código de placa del vehículo.
- **marca.** (varchar(20), not null). Almacena la marca del vehículo.
- **modelo.** (varchar(20), not null). Almacena el modelo del vehículo.
- **chasis.** (varchar(30), not null). Almacena el código de chasis del vehículo.
- **color.** (varchar(20), null). Almacena el color del vehículo.
- **registro.** (varchar(20), not null). Almacena el registro de inscripción del vehículo.
- **f_ingreso.** (date, not null). Almacena la fecha de ingreso en la empresa de radio taxis del vehículo.
- **f_alta.** (date, not null). Almacena la fecha de registro en la base del conductor del vehículo.
- **f_baja.** (date, null). Almacena la fecha en la que se dio de baja en la base de datos al vehículo.

Log. Esta clase almacena la información de las consultas realizadas en la base de datos. Permite realizar un seguimiento a los accesos y medios de acceso a la base.

- **id.** (llave principal, int, not null). Es el identificador único de cada registro en la tabla.
- **ip.** (varchar(20), not null). Almacena el ip a través del cual se accedió a la base.
- **device.** (varchar(20), null). Almacena el dispositivo a través del cual se accedió a la base.
- **fecha.** (date, not null). Almacena la fecha en la que se accedió a la base.
- **host.** (varchar(20), null). Almacena el navegador a través del cual se accedió a la base.
- **mac.** (varchar(20), null). Almacena la dirección de la mac a través de la cual se accedió a la base.
- **port.** (varchar(20), not null). Almacena el puerto a través del cual se accedió a la base.
- **url.** (varchar(20), not null). Almacena la dirección url a través de la que se accedió a la base.
- **usr.** (varchar(20), null). Almacena el usuario que accedió a la base.

3.1.2. ITERACIÓN 6. Creación página web

[Historia de usuario 3, tarea de ingeniería 3.2]. La sexta iteración describe la navegación hacia la página de registro de automóviles a través de un código QR valido.

La aplicación web fue construida bajo la arquitectura MVC (Modelo–Vista-Controlador), en el lenguaje de programación C# haciendo uso del IDE Visual Studio 2012. Esta página web se encuentra alojada el Azure y su objetivo es mostrar información de la empresa de servicio, conductores y vehículos tanto a los usuarios de la aplicación como a sus contactos.

Fig. A.5. Aplicación web "Registro de radio taxis"

3.1.3. ITERACIÓN 7. Navegación a través del código QR

[Historia de usuario 3, tarea de ingeniería 3.3]. La séptima iteración describe la navegación hacia la página de registro de automóviles a través de un código QR valido.

3.1.3.1.Planificación

La planificación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla A.7. Planeación iteración 5

CARACTERISTICAS	DURACIÒN
El usuario podrá tocar en la pantalla el icono de validez para los códigos QR. Se utilizó el navegador que incluye el SDK layar que ingresa a la página web del registro de radio taxis.	3 días

3.1.3.2. Codificación

Para esta iteración el SDK de layar incluye un navegador web móvil nativo, y no es posible migrar la navegación a un navegador instalado en el dispositivo. Por lo tanto, una vez que el código QR es marcado como válido, si el usuario desea ver el detalle del registro del automóvil, deberá

tocar en la pantalla el icono de válido y el navegador del SDK se abrirá automáticamente.

3.1.3.3. Liberación

La siguiente tabla describe las pruebas realizadas sobre esta iteración.

Tabla A.8. Caso de prueba iteración 5

Caso de Prueba de Aceptación	
Código Caso de Prueba: 4	**Número Historia de Usuario:** 3
Descripción de la Prueba: Funciones de navegación en la aplicación a través de un código QR válido	
Condiciones de Ejecución: El QR a través del que se intenta navegar debe indicar el mensaje de “VALIDO” [iteración 4]	
Entrada / Pasos de ejecución: La entrada debe ser un código QR válido	
Resultado Esperado: El código QR válido debe abrir el navegador incluido en el SDK de Layar y dirigirse a la página web del registro de radio taxis.	
Evaluación de la Prueba: La prueba fue exitosa, las capturas se muestran en las figuras de abajo.	

Fig.A.6. Información del abordaje

3.1.4. ITERACIÓN 8. Compartición de recursos

[Historia de usuario 4, tarea de ingeniería 4.1]. La quinta iteración describe la navegación hacia la página de registro de automóviles a través de un código QR valido.

3.1.4.1.Planificación

La planificación se describe en la siguiente tabla.

Tabla A.9. Planeación iteración 6

CARACTERISTICAS	DURACIÒN
A partir de la página de registro de radio taxis, el uaurio podrá compartir el link con sus contactos a través de la mensajería del dispositivo, redes sociales y otras aplicaciones instaladas.	3 días

3.1.4.2.Codificación

Para esta iteración se utiliza el navegador de layar, en el cual se incluyó el botón de compartimiento de recursos. Por lo tanto, los recursos (link de la página) pueden ser compartidas a través de la mensajería del dispositivo, redes sociales instaladas en el dispositivo, bluetooth u otras aplicaciones.

3.1.4.3.Liberación

La siguiente tabla describe las pruebas realizadas sobre esta iteración.

Tabla A.10. Caso de prueba iteración 6

Caso de Prueba de Aceptación	
Código Caso de Prueba: 5	**Número Historia de Usuario:** 4
Descripción de la Prueba: Prueba de característica: Compartición de recursos (link de la página web)	
Condiciones de Ejecución: La página web de registro de automóviles debe permitir al usuario compartir el link de la página con sus contactos.	
Entrada / Pasos de ejecución: Existe un botón que despliega las opciones de distintos medios para compartir los recursos.	
Resultado Esperado: Publicación del link en redes sociales, llegada de SMS´s a contactos y/u otros medios	

Evaluación de la Prueba: La prueba fue satisfactoria. La figura siguiente figura muestra el resultado.

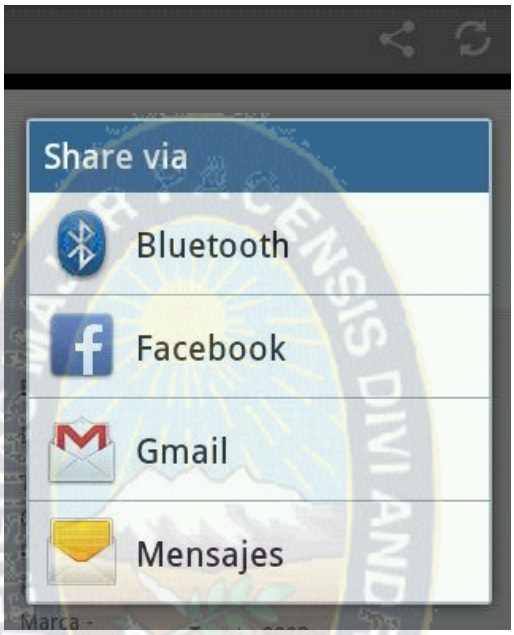


Fig.A.7. Compartición de recursos

ANEXO 2

RESULTADOS DE LA ENCUESTA CIUDADANA

Tabla A.11. Resultados de la encuesta ciudadana

PREGUNTA	OPCIÓN	RESULTADO
1. ¿Logró identificar rápidamente el código del vehículo?	SI	24
	NO	6
2. ¿Le parece adecuada la distancia provista para la identificación del código?	SI	29
	NO	1
3. ¿Le parece aceptable el tiempo de espera para la identificación del código?	SI	29
	NO	1
4. ¿Se sentiría seguro al abordar un radio taxi con el uso de la aplicación?	SI	26
	NO	4

5. ¿Considera que la información provista acerca de la empresa de transporte, el conductor y el vehículo es indicada para la seguridad del abordaje?	SI	28
	NO	2
6. ¿Sus contactos tuvieron acceso a la información provista por la aplicación, después de haber abordado el radio taxi?	SI	24
	NO	4
7. ¿Le parece importante el uso de la aplicación?	EXTREMADAMENTE IMPORTANTE	7
	MUY IMPORTANTE	17
	MODERADAMENTE IMPORTANTE	5
	POCO IMPORTANTE	1
	NADA IMPORTANTE	0
8. ¿Volvería a utilizar esta aplicación?	SI	29
	NO	1
9. ¿Es probable que usted recomiende esta aplicación a otras personas?		
	ALTAMENTE PROBABLE	12
	MUY PROBABLE	10
	PROBABLE	8
	POCO PROBABLE	0
	NADA PROBABLE	0

ANEXO 3

MODELO DE NEGOCIO

Tabla A.12. Modelo de negocios

Socios clave	Actividades clave	Propuestas de valor	Relaciones con los clientes	Clientes
• Empresas de servicio de radio taxi. • Empresas, grupos de desarrollo de realidad aumentada. • Alojamiento de página web, base de datos.	• Control en los servicios de las empresas de radio taxi. • Seguridad del abordaje. • Respuestas en tiempo real con la implementación de realidad aumentada.	• **Nueva tecnología**: Realidad Aumentada • **Mayor seguridad**: Pasajero informado del servicio requerido de radio taxis. • Respuestas	Feedbacks : • Calificaciones del producto. • Opiniones sobre el producto.	• **Ciudadanía de la ciudad de La Paz:** Pasajeros de radio taxis, usuarios de la aplicación móvil.

<table>
<tr><td rowspan="2">• Proveedor de servicios de Internet.</td><td>• Compartición de datos mediante redes sociales, emails u otros.</td><td rowspan="2">en tiempo real.
• No necesita conexión de Internet.</td><td></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Recursos clave
• Dispositivos móviles smartphone con plataforma Android.
• SDK de realidad aumentada.
• Implementación de una base de datos.</td><td>Canales
• Web.
• Propagandas de televisión.
• Propagandas de radio.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Estructura de costos
• Sueldos.
• Mantenimiento y alojamiento web.
• Servicios de Internet.</td><td colspan="2">Fuente de ingresos
• La aplicación estará disponible de manera gratuita para los usuarios</td></tr>
</table>