



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“SISTEMA DE CONTROL VIRTUAL PARA BUSES: TICKET  
EXPRESS”**

**INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES**

**JOSÉ WILLIAM CORONEL DELGADO**

**RICARDO XAVIER CAMPOZANO VASCONES**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis queridos padres Mónica Narcisa Vascones Jiménez y Ricardo Arturo Campozano Delgado por haberme dado el apoyo necesario para poder continuar mis estudios en esta prestigiosa universidad. Sin ellos esto no hubiese sido posible.

**Ricardo Xavier Campozano Vascones.**

Agradezco a mis padres Hernán Coronel y Laura Delgado, hermanos, familia y amigos por todo el apoyo, cariño y dedicación brindados a lo largo de mi carrera para hacer de esta un hecho.

**José William Coronel Delgado.**

## DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres y abuelos que a lo largo de todo este tiempo siempre confiaron en mí y me dieron apoyo necesario para alcanzar esta meta.

**Ricardo Xavier Campozano Vascones.**

El presente proyecto lo dedico a mis padres por todo el esfuerzo, cariño, paciencia, amor y perseverancia que día a día me demostraron para poder seguir adelante con la finalización de mi carrera.

**José William Coronel Delgado.**

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

---

**Ph.D. Federico Domínguez Bonini**

PROFESOR EVALUADOR

---

**MSc. Ronald Ponguillo Intriago**

PROFESOR EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....

José William Coronel Delgado

.....

Ricardo Xavier Campozano Vascones

## RESUMEN

El proyecto realizado nos ayudará a mejorar el servicio de transporte de la Escuela Superior Politécnica del Litoral para controlar el flujo de personas que deseen usar el mismo. Esta mejora es necesaria debido a que en las horas pico existe una alta demanda de usuarios.

El proyecto consta de dos partes esenciales: la aplicación web la cual está desarrollada en PHP en conjunto con el framework Laravel, MySQL como base de datos, Raspberry Pi 3 para la validación del código QR y Particle Electrón que se encargará de publicar la posición GPS del vehículo, además de generar las publicaciones de la verificación de la validación del código QR.

La aplicación web me permitirá tener una cuenta en la cual podremos realizar reservas de asientos para los buses en las diferentes rutas y horarios que ofrece TransEspol, los usuarios también podrán ver en tiempo real la ubicación y el tiempo de llegada del bus.

Adicional a esto se implementara el servicio de "Fila Express". La misma consiste en una fila de espera exclusiva para los usuarios de la aplicación, esto será muy útil cuando el sistema sea usado masivamente.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA .....	III
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN .....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA.....	V
RESUMEN .....	VI
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2.....	2
2. ESTADO DEL ARTE .....	2
CAPÍTULO 3.....	4
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN. ....	4
3.1 Arquitectura del Sistema.....	4
3.2 Aplicación Web .....	6
4. RESULTADOS OBTENIDOS .....	10
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	12
BIBLIOGRAFÍA.....	13
ANEXOS.....	14

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la ESPOL cuenta con un sistema de transportación proveído por la empresa TransEspol. Sin embargo existe insatisfacción entre los estudiantes debido a problemas tales como demora de los buses, desinformación, largas filas de espera y exceso de pasajeros.

Las investigaciones previas al desarrollo del proyecto tanto en ámbitos nacionales e internacionales indican puntos de incidencia notables en los cuales es afectado el servicio de transporte público y privado, por lo tanto tomamos en cuenta todos estos factores para la realización del proyecto integrador. También en ESPOL se utiliza actualmente el servicio de BiciEspol para optimizar el servicio de movilización interna dentro de la institución.

Como solución a lo anteriormente mencionado se ideó el sistema TicketExpress el mismo que proveerá a los estudiantes información sobre todas y cada una de las rutas existentes, así como la ubicación de los paraderos, también brindará información de los buses en tiempo real como su ubicación y tiempo de llegada. Para resolver el problema de las largas filas se propone crear una fila exclusiva para los usuarios del sistema llamada "Fila Express", este sistema será gratuito para toda la comunidad politécnica y ciudadanía en general que utilice el servicio de TransEspol E.P.



## CAPÍTULO 2

### 2. ESTADO DEL ARTE

Con respecto a las diversas investigaciones que se han realizado sobre el tema relacionado al transporte universitario en el Ecuador, centrándonos en la ciudad de Guayaquil, tenemos a la Universidad Estatal de Guayaquil la cual realizó un análisis y propuesta del servicio de transporte que hace la universidad [1], el cual es nulo ya que solo utilizan el transporte público y privado por lo cual esto también afecta al usuario politécnico al colapsar el servicio como daño a terceros.

Con respecto a investigaciones internas es decir del propio campus politécnico se presenta un análisis estadístico que mide el grado de aceptación de los estudiantes de ESPOL con respecto al uso de tarjetas magnéticas como posible solución al problema del transporte [2]. Se hace una reseña histórica de cómo ha venido evolucionando el transporte a través del tiempo en el campus Gustavo Galindo. Se exhiben conceptos estadísticos que se utilizan para desarrollar el análisis, se describen variables utilizadas y su respectiva codificación, se presenta la población objetivo y diseño muestral utilizado, se da una estimación de costos e ingresos de las unidades que brindan el servicio de transporte. Se llevan a cabo los análisis estadísticos, es decir el univariado y el multivariado de los resultados obtenidos al suministrar el cuestionario a los estudiantes de este campus.

Así mismo la empresa a lo largo del tiempo ha tenido que ir cambiando sus rutas y creando nuevas tanto por ordenanza pública y por requerimiento de la comunidad politécnica que en general nunca está 100% satisfecha con el servicio que la empresa brinda. Además, se han realizado investigaciones de la satisfacción del servicio del transporte y diferentes tipos de soluciones que tratan de mitigar y mejorar la imagen de la empresa.

Con respecto a investigaciones externas en la Universidad de Valladolid se realizó un estudio de la movilidad [3] en el cual recomienda utilizar el medio de transporte de bicicletas y servicio público evitando el uso de vehículos particulares, con lo cual

debemos tomar en cuenta el servicio que ofrece la Escuela Superior Politécnica del Litoral como es el de BiciEspol.

Adicionalmente las filas express son un concepto muy utilizado en parques de atracciones tales como Disneyland o Universal debido a que proporcionan un plus en la experiencia del usuario [4]

## CAPÍTULO 3

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

#### 3.1 Arquitectura del sistema

El sistema Ticket Express cuenta con tres subsistemas para su correcto funcionamiento. Dos de estos se basan en hardware y uno de ellos es una aplicación web. Los mismos son:

**DISPOSITIVO ONBOARD:** Su función es la de obtener en todo momento la posición del bus en donde estará instalado. Cuenta con un Raspberry Pi que estará conectado vía puerto serial a un Particle Electrón que le proveerá de internet para poder subir los datos que provea el dispositivo GPS, estos datos (latitud, longitud) serán enviados al servicio en la nube Thingspeak.

**APLICACIÓN WEB:** Cuenta con múltiples webservices para la reserva de buses, la generación y validación de los códigos QR. La aplicación usa php con Laravel como framework y a Mysql como base de datos. La aplicación debe comunicarse con el servicio de Thingspeak para poder obtener los datos de la posición de cada bus y poder mostrarlos al usuario a través de un mapa de google maps.

La aplicación también debe poder comunicarse con el dispositivo lector de códigos QR esto debido a que debe validar si los códigos QR pertenecen a una reserva valida que haya realizado el estudiante. Esta comunicación se realiza vía http request.

**LECTOR QR:** cuenta con una cámara que estará conectada a un Raspberry Pi 3 para poder procesar las validaciones respectivas. Esta validación se realiza en conjunto con la aplicación web por lo que ambas se comunican vía http request de la siguiente manera:

- Aplicación web genera un código QR al momento de hacer una reservación.
- Lector QR captura una imagen del código QR mostrada por el estudiante. La

misma es leída y enviada a la aplicación web.

- Aplicación web recibe un string que contiene un mensaje encriptado el mismo contiene el usuario y los datos de la reserva.
- Aplicación Web compara los datos recibidos con los datos almacenados en la base de datos y envía respuesta al lector QR si el código es válido o no.
- Lector QR recibe la respuesta y la muestra al usuario.

Podemos observar un resumen de la arquitectura del sistema en la Figura 3.1.

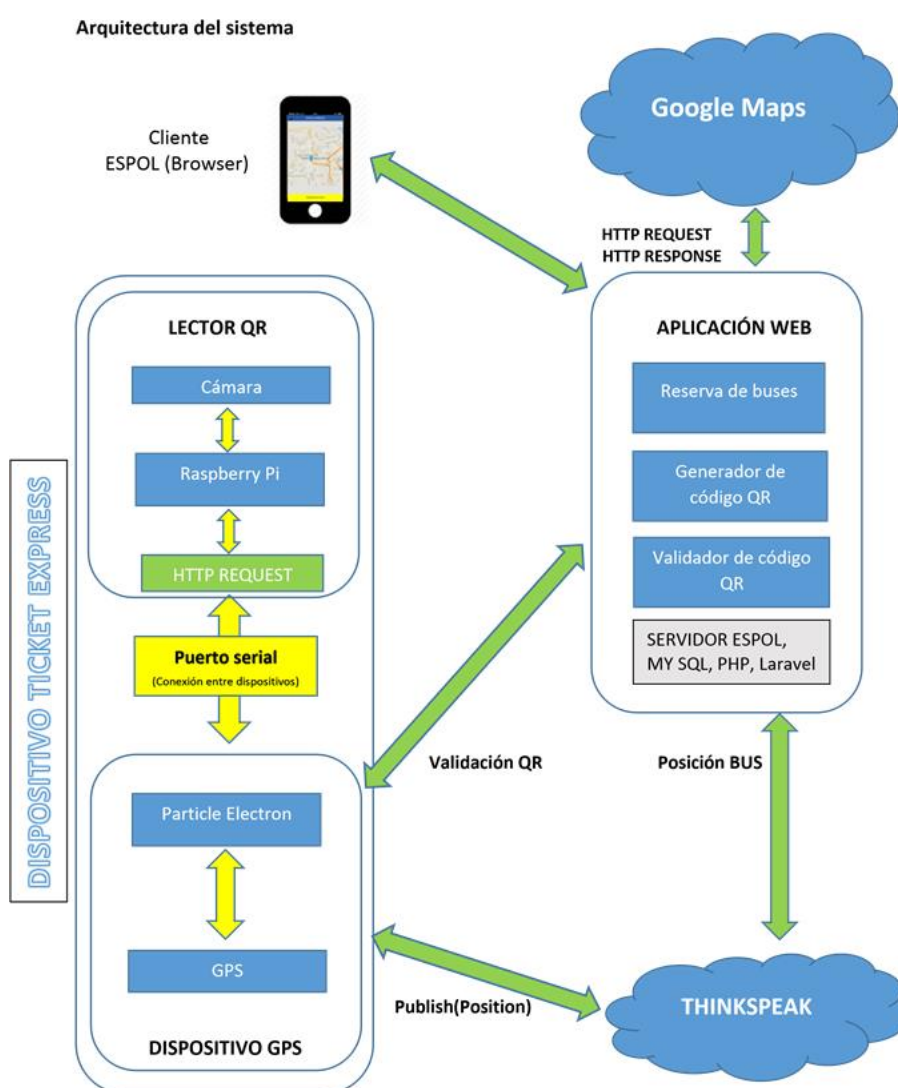


Figura 3.1: Arquitectura del sistema

### 3.2 Aplicación web

La aplicación web de Ticket Express provee al estudiante una forma rápida y cómoda para poder reservar su bus. El funcionamiento de la misma es el siguiente:

1. El estudiante ingresa a la aplicación. Ver Figura 3.2
2. Como se observa en la Figura 3.3, el estudiante podrá ver las reservas realizadas o realizar una.
3. Al realizar una reserva se le mostrara un listado con las rutas y horarios tal como se aprecia en la Figura 3.4
4. Una vez confirmada la reserva el estudiante podrá visualizar el recorrido del bus y su ubicación. Ver Figura 3.5
5. Para poder subir al bus estudiante deberá presentar el código QR generado. Ver Figura 3.6

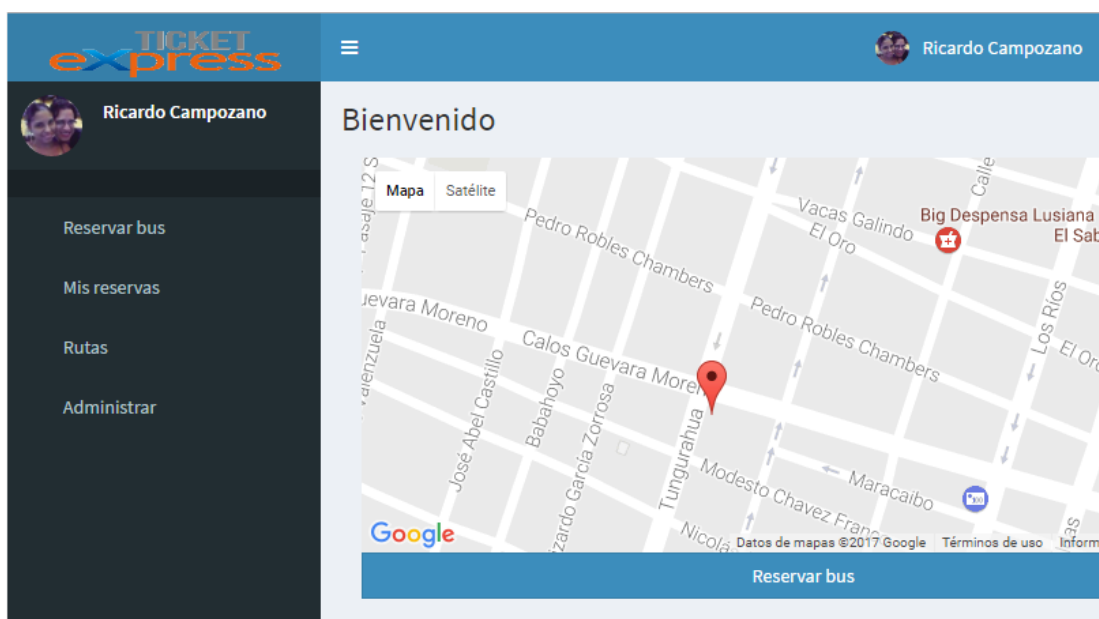


Figura 3.2: Pantalla principal

**TICKET express** Ricardo Campozano

Mis reservas

### Reserva para entrar a ESPOL

Ruta: Alban Borja  
 Hora de salida: 2016-11-30 07:15:00  
 Paradero: Alban Borja  
 Destino: ESPOL  
 Estado del bus: Rumbo al paradero  
 Tiempo de llegada al paradero:  
**11,6 km en 23 min**  
 Tiempo de llegada a su destino:

Ubicar Bus  
 Ver código QR  
 Cancelar reserva

### Reserva para salir de la ESPOL

Usted no tiene reservas

Reservar Bus

**Figura 3.3: Mis reservas**

### Salir de ESPOL

#### Rutas disponibles

Alban Borja
Norte
Suroeste

#### Horarios disponibles

Salida del bus	Asientos disponibles
2016-11-30 18:00:00	15
2016-11-30 18:30:00	15
2016-11-30 19:00:00	15

**Figura 3.4: Rutas disponibles**

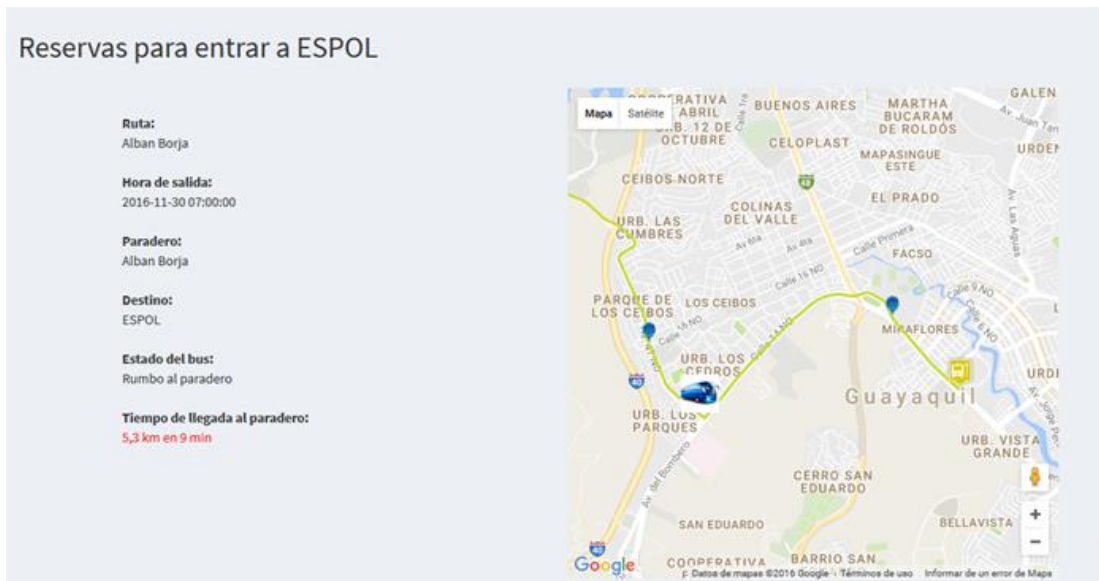


Figura 3.5: Detalle de la reserva



Figura 3.6: Código QR

Podemos ver el diagrama entidad-relación usado en la Figura 3.7.

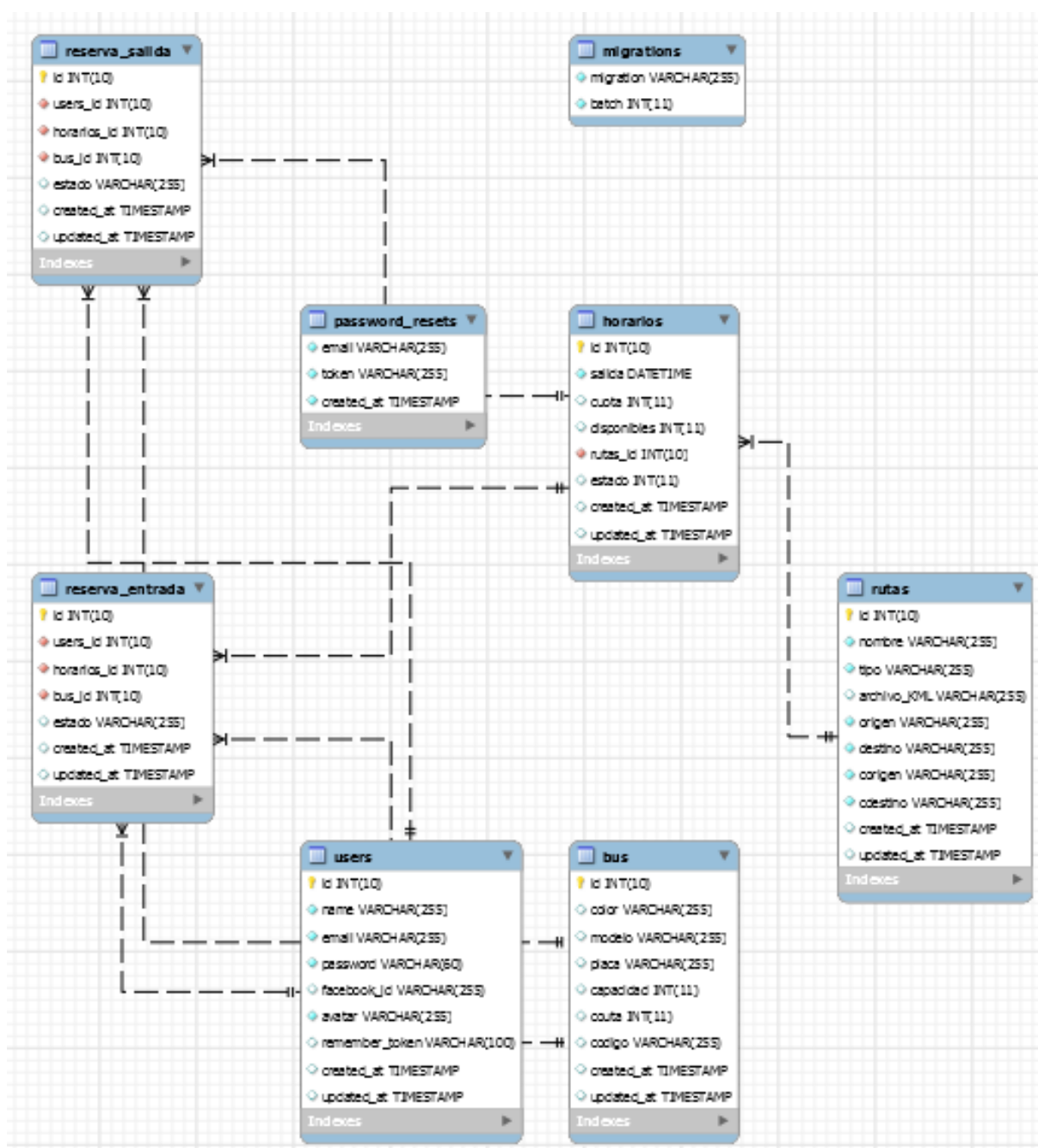


Figura 3.7: Diagrama entidad - relación



## CAPÍTULO 4

### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

El sistema Ticket Express ofrece una mejora a la experiencia diaria de tomar el bus al estudiante politécnico haciéndola más amigable para que de esta manera el estudiante llegue relajado a sus clases. Podemos observar un resumen de estos resultados en la Tabla 1.

<b>Antes</b>	<b>Con Ticket Express</b>
Estudiante hacía largas filas en horas pico	Estudiante reserva su pasaje con anticipación
No había suficiente información sobre rutas	Aplicación web con mapas con los recorridos y horarios disponibles
No se sabe ubicación del bus y tiempo de espera	El estudiante puede ver la ubicación del bus y el tiempo de llegada al paradero

**Tabla 1: Resultados obtenidos**

Estos resultados fueron obtenidos a partir de pruebas realizadas con los estudiantes politécnicos, ver Figura 4.1, y con los choferes de los buses, ver Figura 4.2, debido a que ellos son los usuarios finales del sistema. Con las opiniones de los usuarios podemos obtener la siguiente retroalimentación:

- Proveer beneficios para los estudiantes con alguna discapacidad
- Incluir un sistema de validación de códigos alterno al código QR
- Incluir alarmas visuales y sonoras para la validación del código QR



**Figura 4.1: Pruebas de usuario con estudiantes**



**Figura 4.2: Pruebas de usuario con chofer**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos observar como haciendo uso de las tecnologías de la información podemos ofrecer una serie de datos que proporcionan al estudiante la tranquilidad de saber en todo momento que ruta tomar y donde se encuentra su unidad reduciendo así el estrés de no saber cuánto tiempo esperar y evitando largas colas.

Esta optimización en el sistema de transporte es vital para el estudiante politécnico debido a que ayuda a optimizar sus tiempos para emplearlos de una mejor manera.

Como trabajo futuro se propone la inducción a los estudiantes a los beneficios que pueden tener al utilizar el sistema de Ticket Express. También se plantea la implementación de mejoras tales como alimentación solar, sistema de validación alternativo al GPS, alarmas visuales y sonoras.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. F. Moya, «ANÁLISIS Y PROPUESTA DEL SERVICIO DE EXPRESO EN LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, CUBRIENDO GUAYAQUIL Y DURÁN,» Guayaquil, 2011.
- [2] P. Andrade, «Investigación de mercado para transESPOL: introducción de tarjetas prepago como posible solución al problema del transporte de la ESPOL,» Guayaquil, 2002.
- [3] Universidad del Bio Bio, «UNIVERSIDAD DE VALLADOLID: Estudio De Movilidad,» *Movilidad Urbana*, 2009.
- [4] B. Sehlinger, *The Unofficial Guide to Disneyland*, John Wiley & Sons, 2016.

## ANEXOS

### Link de los repositorios

- <https://github.com/jwcorone/particleElectronEspol>
- <https://github.com/jwcorone/ticketExpress>