

Diseño de un Sistema de Supervisión de Tiempos y Recorridos en rutas de Transporte Público Urbano en la ciudad de La Paz

Hugo Mayta Palacios

Jorge A. Nava A.

ABSTRACT

El diseño del Sistema de Supervisión realizado, es aplicable al cumplimiento de recorridos y tiempos para el servicio del transporte público urbano, y se desarrolló bajo la metodología RUP y UML, contemplando la auto-regulación que aplican los Sindicatos de autotransporte, así como la Ordenanza Municipal de Rutas Autorizadas del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz N° 109/2010. Consideró aspectos de Sistemas Supervisórios, a nivel de arquitectura y funcionalidad hardware y software para la Central de Supervisión como Sistema de Información y para las Unidades Remotas como Sistemas Empotrados; también restricciones de tiempo real para la adquisición, etiquetado de tiempos y empaquetamiento de datos respecto a la supervisión del recorrido de cada unidad vehicular. Para la identificación de cada vehículo se consideró a los Tags RFID implementados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos. El prototipo propuesto es subconjunto del sistema, para simulación y pruebas de integridad. La aplicación del sistema, por el Gobierno Municipal, la Dirección de Tránsito y/o los Sindicatos de Transporte, promovería solucionar retrasos, incumplimiento de recorridos y la frecuencia del servicio.

Keywords – Unidades del transporte, supervisión, Modem GSM, GAML, Metodología RUP, UML.

I. INTRODUCCIÓN

La ciudad de La Paz en los últimos años ha experimentado un desmedido crecimiento del parque automotor, sumado a ello el incremento significativo de la población, han incidido directamente en el deterioro de la facilidad de movilidad urbana. En ese entorno es que el GAML¹

a través de sus correspondientes Direcciones y Unidades Funcionales, han llegado a realizar varios esfuerzos en procura de una mejora, sin embargo, no se han tomado medidas concretas con respecto al transporte urbano hasta ahora (se encuentra en gestación la implementación de Buses y Teleférico para transporte masivo a partir del 2014). Asimismo, la mayoría de las organizaciones del transporte público, presentan mecanismos muy deficientes de autocontrol en sus diferentes modalidades, lo cual empeora la calidad de este servicio y en consecuencia se tienen diversos inconvenientes, como:

- Incumplimiento de recorrido de origen a destino, en algunos casos con abandono de pasajeros.
- Alteración de rutas autorizadas con cambios del número de línea por parte de los transportistas.
- Retrasos por incumplimiento de tiempos de llegada, esto debido a la “conveniencia” e interés particular que representa para el conductor y por el grado de congestión vehicular en las calles.
- Frecuencia incierta, con ausencia de transporte en horarios de tarde y noche.
- Incremento arbitrario de tarifas, inseguridad, incomodidad, malos tratos, entre otros.

De los inconvenientes ya mencionados, se concluye que, se está vulnerando un derecho fundamental para el ciudadano que hace uso de estos servicios, como es el de poder movilizarse regularmente y con la confianza de un mínimo de calidad del servicio, debido a que el transportista incumple en el recorrido de sus rutas. Por otro lado, las operadoras del transporte han adquirido una “mala imagen”, al no contar con mecanismos acordes para garantizar un mejor servicio, provocando así, un rechazo generalizado por parte de la población paceña, que demanda a sus autoridades otro tipo de medios para transportarse. A ello, cabe agregar, que el transporte en general es desordenado y desorganizado, con baja capacidad técnica-operativa de gestión y planificación; y por lo cual, no responde al compromiso y responsabilidad social.

Ante la necesidad de mejorar la calidad de este servicio, al menos en lo que respecta a: cumplimiento de recorridos; cumplimiento de rutas; eficiencia en los tiem-

¹Sigla de Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

pos de transporte; y regularidad en las frecuencias de servicio. Es que surge el planteamiento de la elaboración de un instrumento que permita supervisar los recorridos de estas unidades de transporte, promoviendo efectividad en aspectos como los previamente citados. Dicho instrumento contribuiría a entidades relacionadas con el transporte público, como: la Dirección Especial de Movilidad y Transporte de la Alcaldía paceña, el Órgano Operativo de Tránsito, las Operadoras del transporte, o las propias Juntas de Vecinos que demandan mejores servicios (ver figura 1).

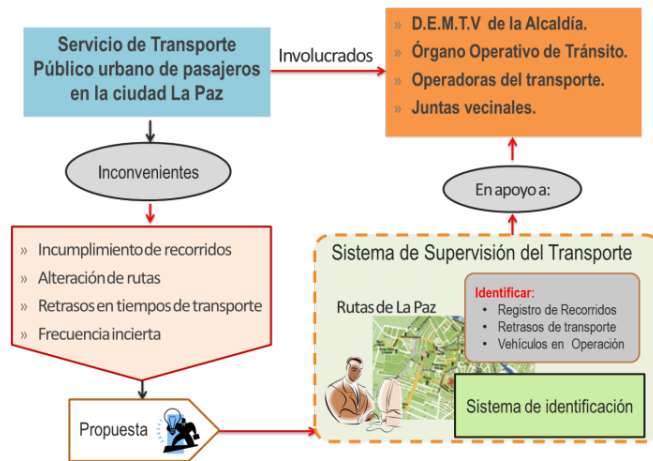


Figura 1: Planteamiento del problema

El sistema debería disponer mínimamente de características o funcionalidades como: brindar información con relación al seguimiento de los recorridos de las unidades de transporte (fecha hora y lugar de paso), verificación de retrasos, y qué vehículos se encuentran operando; y a partir de ello, propender a mejorar este servicio.

Para llegar a un planteamiento mucho más formal desde el punto de vista de la ingeniería, será necesario abordar aspectos que representan un desafío, como: el conocimiento de aspectos técnicos en materia de transporte; incursión en los aspectos vinculados con los Sistemas de Supervisión; destrezas en el manejo de herramientas tecnológicas que permitan la identificación de vehículos; entre otras consideraciones técnicas.

Ante la descripción de esa problemática se plantearon como soluciones los siguientes objetivos específicos:

1. Definir y caracterizar el área de trabajo inicial correspondiente al transporte urbano en la ciudad de La Paz.
2. Analizar aspectos inherentes al mecanismo de control actual de las operadoras del transporte.
3. Evaluar la Ordenanza Municipal – OM con respecto a Rutas Autorizadas del Servicio Público de Transporte Colectivo de Pasajeros.
4. Identificar y evaluar los componentes tecnológicos necesarios, los cuales permitan recoger información

de campo con respecto al paso de cada unidad del transporte.

5. Realizar el diseño del sistema siguiendo la metodología RUP (del inglés Rational Unified Process) y empleando conceptos de Sistemas Supervisorios.
6. Desarrollar un sistema de información, para la administración de la información recolectada.
7. Proponer un prototipo en el que se aprecie los alcances del sistema propuesto.

Para lograr los objetivos planteados, se consideraron los siguientes alcances y límites:

- La evaluación de la Ordenanza Municipal – OM con respecto a Rutas Autorizadas del Servicio Público de Transporte Colectivo de Pasajeros, se encuentra en el contexto de tomar conocimiento de las rutas, horarios, intervalos de salida y parque automotor mínimo en operación necesario para brindar el servicio (las prácticas internacionales consideran estos parámetros en la calidad). Por lo que dichos parámetros serán los considerados para el diseño del sistema.
- La identificación y evaluación de los componentes tecnológicos necesarios, que permitan recoger información de campo con respecto al paso de cada unidad del transporte, se realiza con la finalidad de identificar los requerimientos para el desarrollo del sistema propuesto en todos los niveles o componentes que fueran necesarios, excepto en la parte de comunicación en los que hace al medio de transmisión. Asimismo, en la medida de lo posible se pretende la reutilización e integración de tecnologías ya implementadas.
- El desarrollo del proyecto abarca hasta el nivel del diseño del sistema dejando para una siguiente etapa su implementación, sin embargo se presenta un prototipo que recoge algunas de las funcionalidades del sistema.

II. MARCO REFERENCIAL

En este escenario se describe como se visualizó el planteamiento del proyecto, considerando por tanto aspectos característicos: de la ciudad de La Paz en lo referente a transporte y movilidad urbana; del servicio público de transporte urbano colectivo, así como las normativas que rigen a este servicio (ordenanza municipal referida al servicio de autotransporte público); y las tecnologías de Identificación Automática (Auto-ID) ya implementadas en Bolivia. Todo ello para concretar algunas de las fuentes de requerimiento que fueron consideradas a la hora de desarrollar el trabajo.

III. DESARROLLO DE PROYECTO: REQUERIMIENTOS

La Especificación de Requerimientos planteada, concebida y aplicada para el desarrollo del presente trabajo, se documenta de manera formal a través de Modelos de Casos de Uso; y entre otras consideraciones, propias de la Metodología RUP se describe el alcance de lo que se concibió que el sistema debía disponer y operar, así como las restricciones que fueron necesarias considerar en el diseño del sistema. Consiguientemente se incluyen en esta sección la Visión Global de las características del sistema y las consideraciones de las propiedades de cada requerimiento, en Matrices de Atributos Funcionales.

A. Visión General

De acuerdo a lo señalado en el objetivo de este proyecto, el trabajo presenta la concepción y conceptualización de un Sistema Supervisor se consideró necesario el registro de las unidades de transporte por determinados puntos de su trayecto, así como el registro del factor tiempo de transporte, como un elemento que permitiera supervisar el cumplimiento de recorridos, tan cuestionados por la ciudadanía paceña; apoyándose en la tecnología, técnicas y conceptos de Sistemas de Supervisión.

Por otro lado, en Bolivia se están recurriendo más frecuentemente a los recursos tecnológicos en distintos campos del conocimiento y de la vida cotidiana, para resolver algunos problemas habituales; por lo que es importante identificar sinergias que permitan aprovechar tales recursos, por ejemplo aplicación de sistemas de Identificación Automática por Radiofrecuencia, para orientar sus usos a fines para los que posiblemente no fueron concebidos en su aplicación local. Entonces, tales recursos tecnológicos también podrían emplearse en el “Control” del Servicio del auto-transporte público, todo ello, pensando en el bienestar común y desarrollo de las urbes de Bolivia.

B. Descripción del Sistema STPU

A nivel de Esquema (figura 2), se consideró en la concepción del Sistema que esté integrado por un entorno central denominado Central de Supervisión, el cual posee los servicios necesarios para la inspección del servicio de transporte.

Así también, otro entorno de similar importancia se constituyó por unidades de registro vehicular distribuidas a lo largo de una ruta, los cuales tienen la particular característica de informar y atender al Sistema de Supervisión, en relación a los datos del registro de recorridos del alguna determinada Línea de transporte.

La comunicación de los requerimientos y los datos de respuesta a las transacciones, entre ambos extremos se apoyaría en cualquier Red de Comunicaciones, bien sea la misma pública o privada.

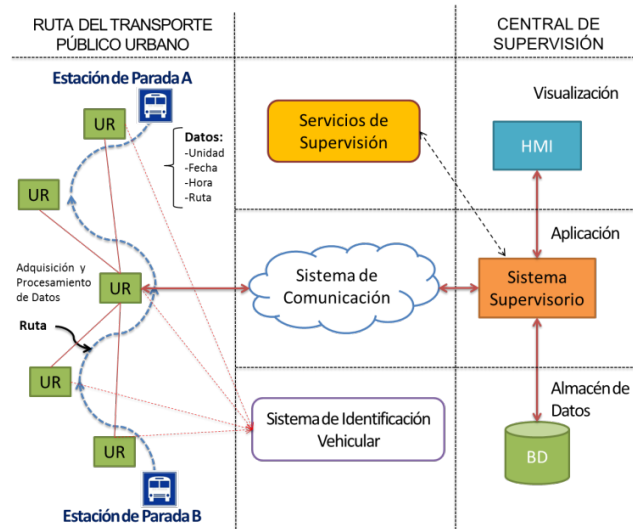


Figura 2: Descripción General del sistema STPU

C. Matriz de Atributos de Requerimientos

Se han organizado los requerimientos considerando las necesidades del usuario final (responsables o actores del autotransporte público urbano), así como también, los requerimientos necesarios que hacen a los sistemas de supervisión. Ambos aspectos, se ordenan en Grupos Funcionales (figura 3), según las características y la afinidad entre ellos.

Grupo Funcional	Tipo Funcional	Descripción
Adquisición de Datos	Procesamiento	Corresponden al monitoreo en línea de las distintas actividades que se realizan por medio de unidades de registro vehicular.
	Configuración	
Gestión del Servicio de Transporte	Operación	Están referidas a planificación operativa del servicio de transporte, que debe realizar el encargado del servicio de transporte, y así planificar el itinerario de recorridos para cada unidad del transporte.
	Configuración	
Almacenamiento Histórico	Procesamiento	En este grupo se realiza el almacenamiento histórico de datos, la configuración de parámetros de almacenamiento.
	Configuración	
	Operación	
Gestión del Sistema	Arranque	Se incluyen todas las operaciones de Mantenimiento y Administración del sistema.
	Procesamiento	
	Seguridad	
	Configuración	

Figura 3: Matriz de atributos de requerimientos, sistemas STPU

IV. DESARROLLO DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA

Como resultado de las consideraciones realizadas para el análisis de requerimientos, ya se disponía de la documentación suficiente de especificaciones, para abordar la Arquitectura. Consiguientemente, en este capítulo se presentan los componentes de la arquitectura del sistema que fuera considerada, las mismas se organizan sobre diferentes niveles de abstracción. Finalmente se presenta el diseño de los componentes lógicos de las diferentes aplicaciones de usuario ofrecidas por el Sistema de Supervisión.

Así mismo, también se presenta la Arquitectura a nivel de Hardware para aquellos elementos que permitirían el registro de las unidades de transporte, además de otras funciones asociadas.

A. Arquitectura de Software

Se pasa a detallar, las diferentes capas de servicios de la figura 4, bajo el siguiente orden: Elementos de la capa de servicios de Negocio, Elementos de la capa de servicios de datos y Elementos de la capa de usuarios.

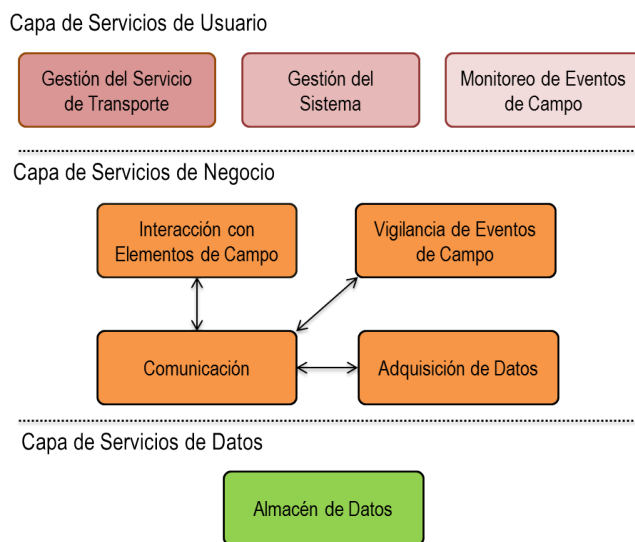


Figura 4: Arquitectura Bloques del Sistema STPU

1) Elementos de la capa de Servicios de Negocio

En esta capa, se presenta los siguientes servicios fundamentales:

- **Interacción con elementos de campo.** Donde a su vez cuenta con otros sub-servicios como: Configuración de elementos de campo, solicitar información del estado operacional de dispositivos y notificar al personal que operada en campo.
- **Vigilancia de eventos de campo.** Mediante este servicio es posible Obtención de datos u infor-

mación de forma remota, además que permite evaluar la información adquirida.

- **Comunicación.** Fundamentalmente es preciso funcionalidades como: Ensamble/desensamble de mensajes provenientes de campo.
- **Adquisición de Datos.** Este servicio permite Obtener datos de depósitos asociados, registros y almacenamientos de información.

2) Elementos de la capa de Servicios de Datos

Esta capa cuenta con servicios como los denominados:

- **Almacén de datos,** mediante él es posible la recuperación de datos, realizar conexiones directas con los repositorios de información, para realizar lectura de los mismos.
- **Almacenamiento de datos,** permite a los usuarios conexiones con los repositorios de distinta índole para posteriormente alimentarlos con datos.
- **Repositorio,** básicamente se trata de información referida a datos de la infraestructura de campo; datos de historia a nivel de registros vehiculares, así como: fallas en dispositivos; de datos de transporte; de unidades de transporte conductores y rutas; planes de servicio y planes de servicio por defecto y de forma especial, esto ante eventualidades del sistema.

3) Elementos de la capa de Servicios de Usuario

- **Monitoreo de eventos y recursos de campo,** este servicio precisa de otras instancias como: vigilancia de eventos de registro vehicular y estado operacional de recurso de campo
- **Gestión del servicio de transporte,** mediante este el usuario puede acceder a información del servicio de transporte y poner en marcha planes de servicio de transporte.
- **Gestión del sistema,** este servicio se circunscribe al manejo de sesiones de usuario, manejo de salvaguardas de información y configuración de seguridad del subsistema.

4) Arquitectura de Hardware

En la figura 5 se presenta la representación esquemática de la unidad encargada de realizar registro vehicular.

Los dispositivos de campo URV², como un elemento esencial para la recolección de información, se establece sobre la base de una arquitectura modular, es capaz de integrar elementos con otras funcionalidades y posibilita

²Referida a la sigla Unida de Registro Vehicular

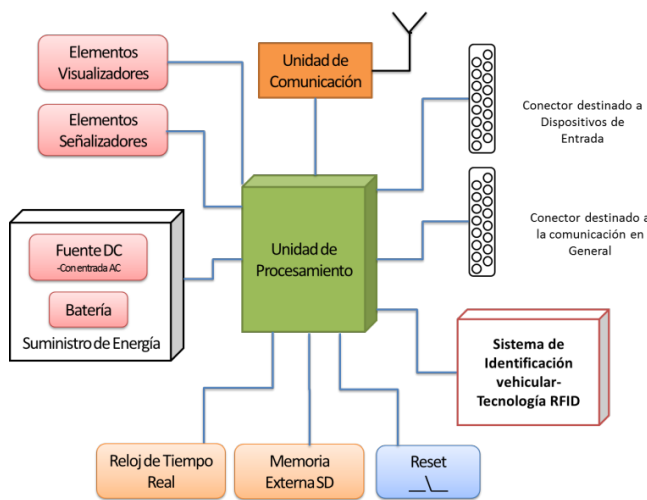


Figura 5: Arquitectura de la Unidad de Registro Vehicular.

cambiar componentes y ampliar la funcionalidad según las necesidades.

Descripción de la arquitectura de una unidad de registro vehicular:

1. **Unidad de Procesamiento.** Es capaz de gestionar la información proveniente de dispositivos de entrada, los tales como ser sensores, equipos, entre otros. Así también, la de interpretar instrucciones de mando y consulta de estado de las entradas. Del mismo modo es posible la prestación de esa información a otras instancias que así lo requieran.
2. **Expansión de memoria.** En el registro de información la unidad de registro vehicular, realiza un procesamiento de mucha información, para lo cual, precisa de un elemento de almacenamiento masivo, una buena alternativa es la utilización de una memoria SD para poder almacenar datos portables³. De esta manera este se constituye en una fuente de respaldo ante posibles fallos del sistema de comunicación.
3. **Unidad de Comunicación.** Para poder transmitir los datos leídos por los elementos de Identificación vehicular, se logran a través de una red de comunicaciones general, la cual se la deja abierta la elección del mismo.
4. **Elementos señalizadores.** Un señalizador es un elemento importante, ya que es un elemento que permite notificar de forma visual el estado de operación o actividad de un equipo o algún proceso. Es así que para esta etapa se considera dos tipos de señalizadores como: de estado de equipo, de información recepcionada.

³Los datos portables son aquella información de cada Unidad del Transporte que pueden ser llevadas a una computadora externa sin la mayor dificultad.

5. **Elementos Visualizadores.** Este elemento permite a un operador actualizar la hora, fecha, Punto de registro, ruta, aspectos que son importantes para el registro del paso de cada unidad del transporte.
6. **Suministro de Energía.** Se denomina así al emisor de energía que utiliza el URV, este proporciona los niveles de tensión necesarios para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema, además este puede incorporar una batería de reserva ante fallas de alimentación.
7. **Sistema de Identificación vehicular.** La identificación vehicular es el procedimiento que permite identificar a un vehículo como único, para ello existen varias tecnologías, sin embargo en este trabajo ha sido considerada la tecnología RFID, el equipo a interactuar con la unidad de procesamiento, sería un Lector RFID.
8. **Conexión y Adaptación a Equipos Electrónicos.** Esta etapa incluye la electrónica y conectores necesarios para la conexión del módulo remoto hacia otros dispositivos (en este caso sería equipos Lectores RFID, descritos en el Anexo G) que constituyen los instrumentos que proveen de información al Módulo Remoto de Punto de control.

DESARROLLO DEL PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Para la implementación de un prototipo que se constituye en un subconjunto del diseño del sistema de supervisión de tiempos y recorridos del transporte público urbano. Las funciones básicas que fueron atendidas son: Procesamiento básico de datos, base de datos, generación de reportes, visualización del entorno de campo mediante Google Earth.

El mencionado prototipo, se implementó utilizando herramientas como Visual Studio 2010⁴, SQL Server y Google Earth⁵, todo ello apoyado en los lenguajes de programación como Visual C#, SQL y el lenguaje estructurado KML⁶ (en sus siglas en inglés). Además se cuenta con recursos de hardware como: Microcontrolador PIC18F4550 para realizar procesamiento de información, Transmisión/Recepción de datos y gestionar la comunicación por el puerto Serial hacia un Modem Celular GSM.

La implementación del prototipo considera los aspectos mencionados en los Capítulos precedentes. En la figura 6, se muestra en esquemas los componentes involucrados en el prototipo, donde se identifican tres escenarios:

⁴Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows.

⁵Google Earth es un programa informático similar al Sistema de Información Geográfica (SIG), creado por la empresa Keyhole Inc., que permite visualizar imágenes 3D del Planeta.

⁶KML (del acrónimo en inglés Keyhole Markup Language) es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones.

recursos de hardware y recurso de software. El bloque de Hardware (Unidad de Registro Vehicular) básicamente se encarga de realizar el procesamiento de aquella información proveniente de un sistema de identificación vehicular y la comunicación hacia una entidad Central (Central de Supervisión). Los recursos de la Central de Supervisión se encargan de almacenar información en una Base de Datos, visualización del mapa cartográfico de las rutas de La Paz y el monitoreo de la información correspondiente a los recorridos de las unidades de transporte en ejercicio de su servicio.

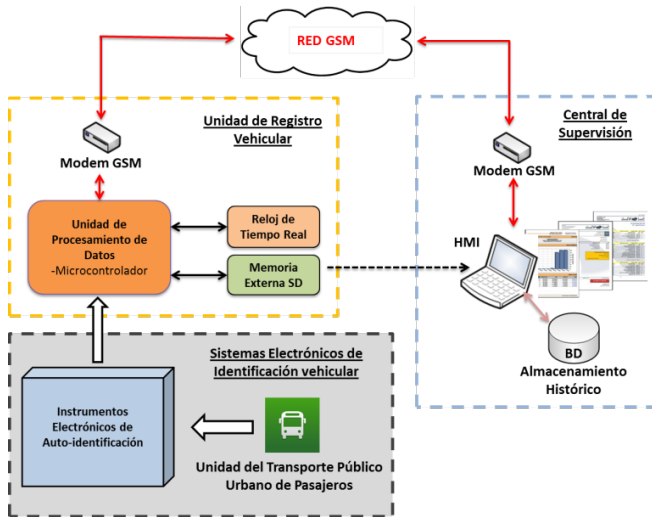


Figura 6: Esquema general del Prototipo.

A. Implementación de la Unidad de Registro Vehicular

En la figura 7, se puede apreciar los elementos anteriormente mencionados en la parte de diseño.

B. Implementación de la Base de Datos de la Central de Supervisión

En la figura 8, se muestra un prototipo de la base de datos implementada, en ésta se pueden identificar las diferentes tablas en las cuales se puede almacenar información referente a: Usuarios del sistema; los registros vehiculares capturadas en las en las diferentes unidades de registro; unidades de transporte asociados a los correspondientes conductores; unidades de registro vehicular y su relación con las diferentes rutas.

VI. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROTOTIPO

A continuación se presenta el Prototipo en dos etapas: una que corresponde al Entorno de Campo (Unidad de Registro Vehicular) y otra al Entorno Central (Central de Supervisión), lugar donde se acoge a toda la información proveniente del Entorno de Campo; lo cual permite apreciar los alcances del sistema propuesto.

A. Entorno de Campo

1) Transmisión de datos mediante comandos AT

Los eventos suscitados por el registro de cada vehículo en cada punto de registro deben ser previamente procesados y después transmitidos hacia una Central de Supervisión, dicha transmisión se la efectúa mediante la interacción que realiza el Microcontrolador con un Modem Celular (Nokia 3220) a través de los comandos AT (ver figura 9), para enviar mensajes, a continuación se puede evidenciar esta acción mediante simulación en la herramienta Isis Proteus.

2) Almacenamiento de Información

Todo dato procesado antes de ser enviado previamente es almacenado en una memoria, este almacenamiento se evidencia en el archivo que se muestra a continuación, donde se puede apreciar una cadena de caracteres separadas por; el primer dato representa el número de Unidad de transporte (0011), el siguiente es el código de Ruta (0001), seguido del código del Punto de control (0001), la hora en un formato de 24 horas y la fecha en el formato DD/MM/AA.

B. Entorno de Central

1) Ingreso a la Aplicación de Software

Para un ingreso al Sistema se cuenta con una interfaz de autenticación de Usuarios, descrito en el Caso de Uso: Iniciar Sesión, esto con el objeto de permitir su uso, solo a personas autorizadas, donde básicamente se requiere por parte del usuario el nombre de usuario y contraseña para su inicio de sesión.

Una vez ingresado al Sistema, la aplicación presenta una pestaña denominada Funcionalidades, las cuales fueron recogidas de la parte de Gestión en el esquema Jerárquico del Sistema) en él se cuenta con otras opciones como las de: Gestión de la información de transporte, Visualización de registros y recursos de campo, interacción con elementos de campo y configuración de parámetros, ver figura 12.

2) Gestión de la información del transporte

La funcionalidad Gestión de la Información del Transporte, muestra a su vez otros grupos en los cuales es posible manipular información referida a: Unidades de transporte, Conductores, Rutas autorizadas y Unidades de registro vehicular, descrito en el Caso de Uso: Configurar Información del transporte, donde el Usuario Planificador tiene plena libertad para manipular este tipo de información.

En la siguiente figura 13, se presenta una interfaz para registrar nuevas unidades de transporte, mediante la cual

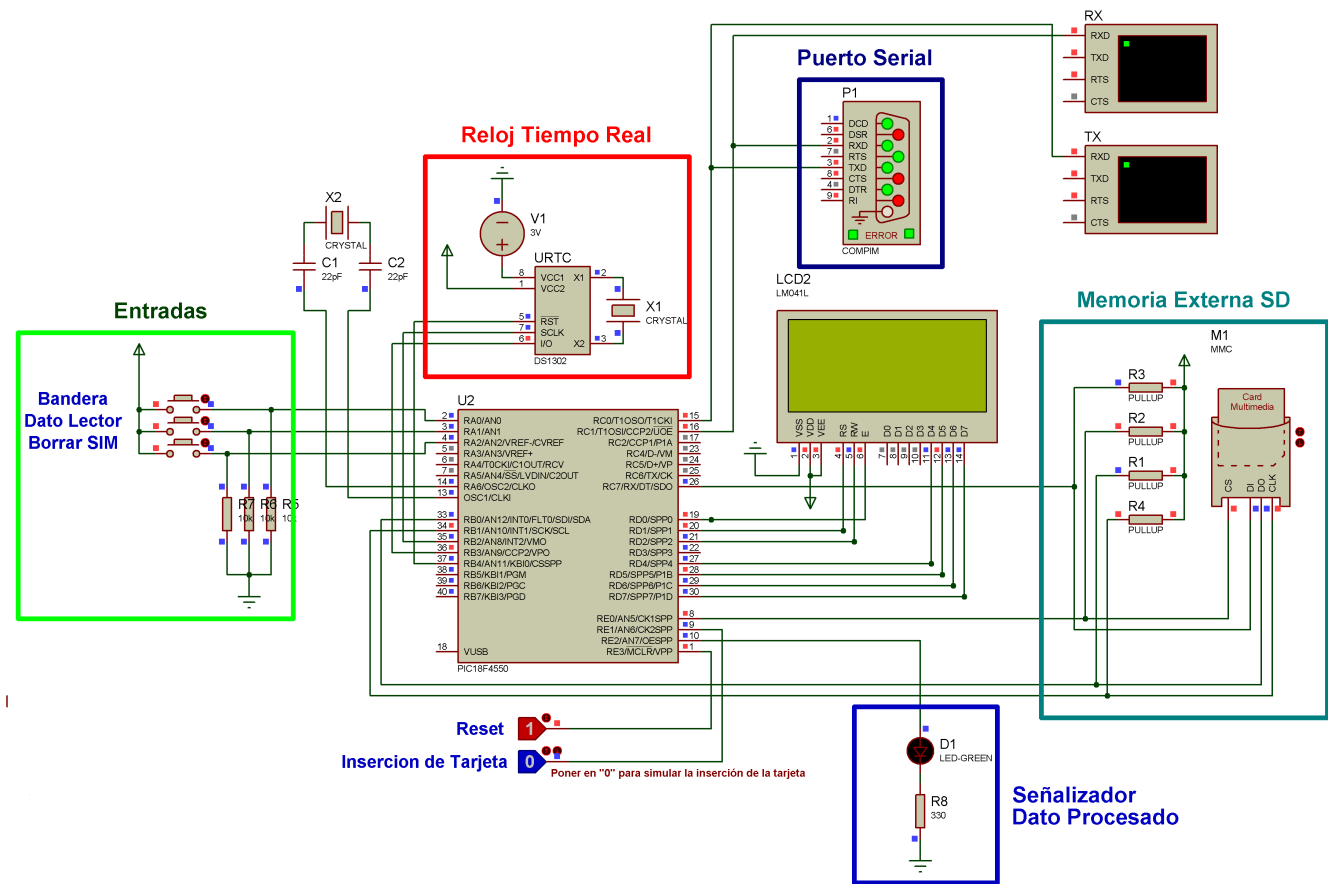


Figura 7: Implementación de la URV.

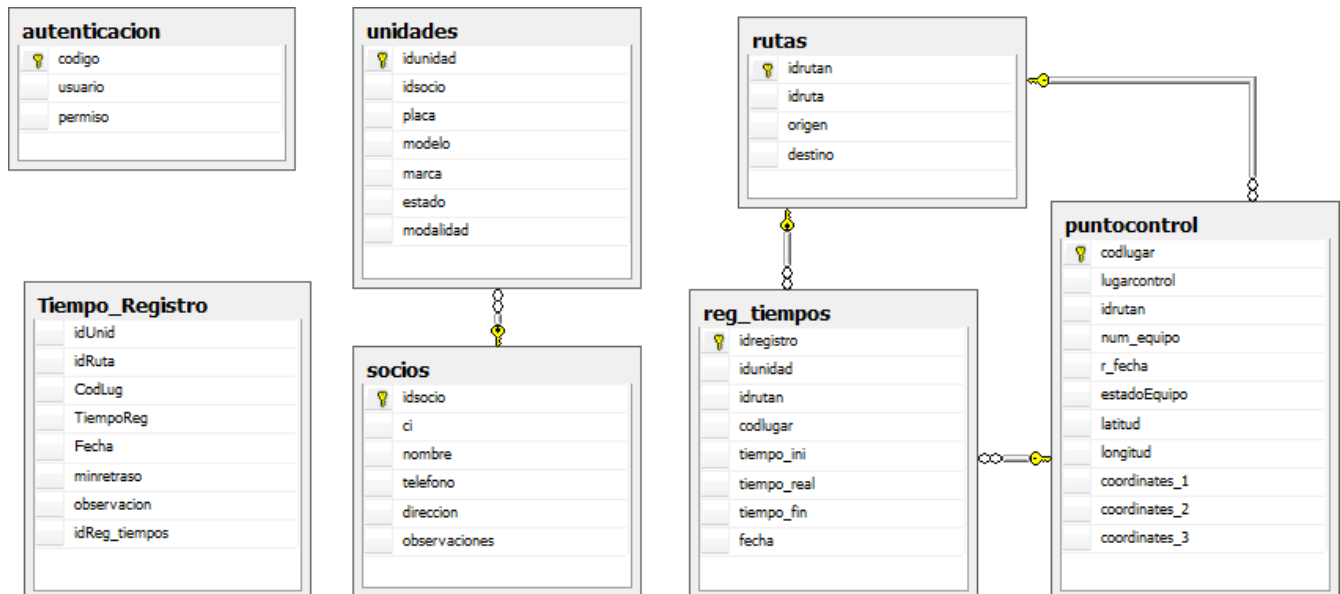


Figura 8: Diagrama del Modelo de la Base de Datos

también es posible la actualización de información almacenada de otros vehículos ya registrados o de eliminarlos si es que estos están ya fuera de servicio.

Para el caso de Unidades de Registro vehicular, la in-

formación que le corresponde es básicamente su ubicación a lo largo de una ruta, así como los códigos que caracterizan a dicha unidad de registro, esta información es presentada en la figura 14.

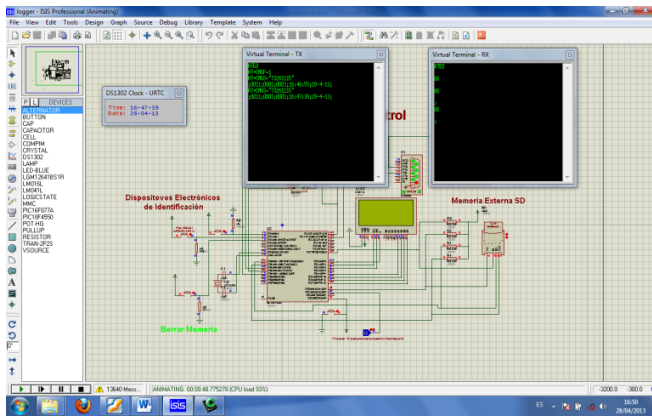


Figura 9: Simulación de la URV en Isis Proteus

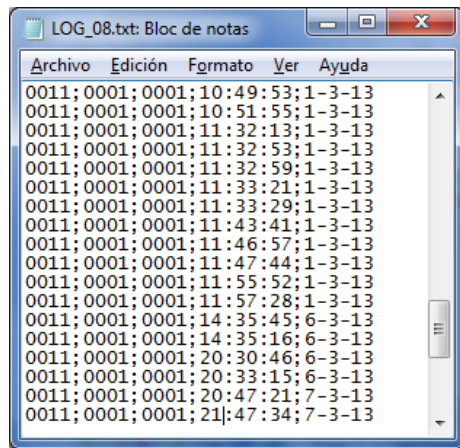


Figura 10: Resultados obtenidos del Almacenamiento de Datos.



Figura 11: Interfaz de ingreso al sistema

La funcionalidad de visualización permite al Usuario Operador acceder información referida a los registros históricos que realiza cada vehículo por determinados puntos de alguna ruta, el mismo que corresponde al planteamiento realizado en la Capa de servicio de Usuario. Así también como la ubicación de determinado equipamiento en las rutas (Unidades de registro vehicular).

En las siguientes figuras, se muestra los historiales de

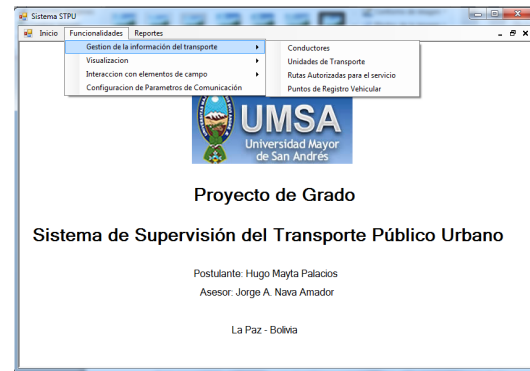


Figura 12: Opciones del Sistema



Figura 13: Formularios de registro de Unidades del transporte



Figura 14: Formulario de registro de Unidades de Registro Vehicular

recorridos de las unidades de transporte en operación.

Además, el sistema permite visualizar el medio de trabajo (Rutas y Puntos de registro) dentro del perímetro urbano (la ciudad de La Paz), a través de una herramienta tan conocida como lo es Google Earth. Todo ello gracias a la manipulación de los Archivos KML propios de Google Earth.. A continuación se presenta una ruta correspondiente a la líneas 242.

C. Interacción con elementos de Campo

Otro servicio de igual importancia es la parte de adquisición de datos, la figura 16 muestra como es leído

Figura 15: Historico de recorridos del transporte público. The window displays a table with columns: Unidad, Ruta, Línea, Conductor, TiempoReg, Retraso, Observación, and Estado. The data shows multiple trips for units 2348LCD and 2348LCD, conducted by Jose Carrasco, with various delays and statuses like 'Normal' and 'Retraso'.

Figura 15: Histórico de recorridos de las unidades de transporte.

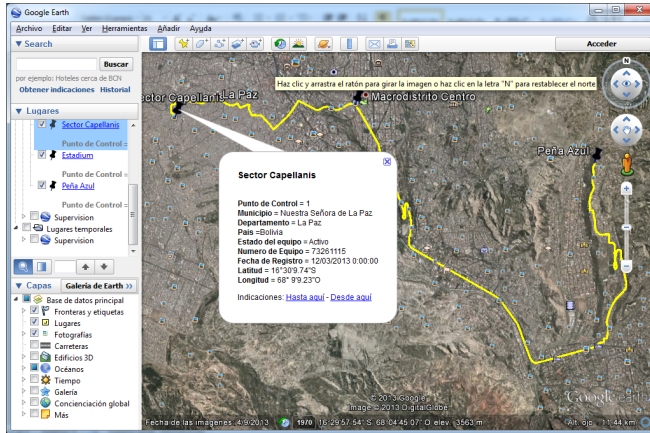


Figura 16: Visualización de rutas mediante mapa cartográfico.

un mensaje proveniente de una URV, esto indica que el mensaje ha sido guardado en la Base de Datos. Se trata de un Procedimiento Almacenado⁷), que realiza la tarea de Evaluación de la Información

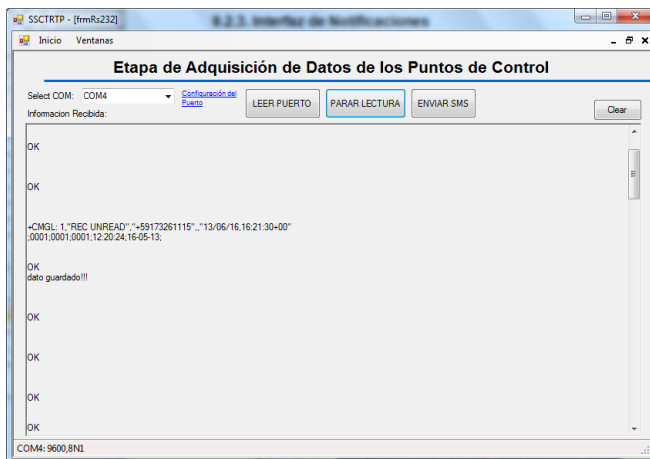


Figura 17: Interfaz gráfica para la adquisición de datos

Como una de las funcionalidades desarrolladas el Usuario Operador, también puede enviar desde la Cen-

⁷ Permite un plan flexible de ejecución de procedimientos y funciones en SQL

tral de Supervisión alguna Notificación mediante el servicio de mensajería SMS a cualquiera de los actores involucrados en el sistema, que corresponde al servicio Interacción con Elementos de campo en la tarea de Notificar al personal de Agente de Parada o Técnico Operador.

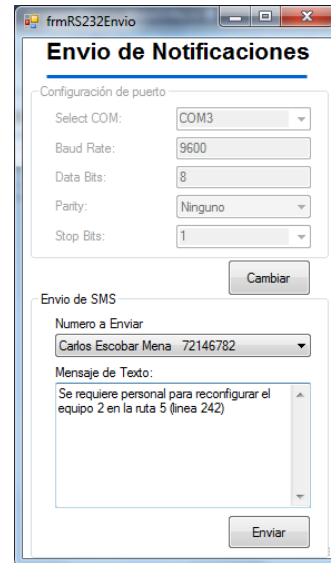


Figura 18: Interfaz de usuario para enviar notificaciones a actores del sistema.

VII. CONCLUSIONES

Se realizó el diseño del Sistema de Supervisión en una arquitectura básica, donde se hallan incluidos componentes de Software y Hardware, los cuales fueron planteados bajo el enfoque de sistemas SCADA, para la realización de la supervisión del cumplimiento de recorridos del transporte. El desarrollo del Proyecto en sus diferentes etapas se estructuró bajo la metodología RUP. Se consideró el mecanismo de autorregulación que llevan a cabo los mismos transportistas, así como las normativas que regulan el servicio de transporte, rescatando de ello, horarios de servicio mínimos, frecuencias de salidas, flota mínima en operación.

Además, se realizó una valoración de las posibles tecnologías que permitirían el registro de cada unidad de transporte, donde se consideró a la tecnología RFID como una herramienta potencial, ya que se encuentra implementada en Bolivia. Así mismo, se concluye que el sistema en su diseño de independiente del medio de comunicación, sin embargo se aprovechó el servicio de mensajería corta para la transmisión y recepción de información de las denominadas Unidades de Registro Vehicular.

Finalmente, se implementó un prototipo simplificado, el cual permitió evaluar ciertas funcionalidades planteadas en el diseño del Sistema y consiguientemente se logró constituir en un elemento de pruebas y verificación del diseño a partir de los resultados.

REFERENCIAS

- [1] L. V. Alemán. “Empresarios al volante. La producción del servicio de transporte público en la ciudad de La Paz-Bolivia, el caso del grupo “Hito 45” del sindicato misto de transportes “Litoral””. En: *Revista Transporte y territorio N° 1*. Universidad de Buenos Aires, 2009.
- [2] Jorge A. Nava Amador. *Aplicación de RUP en el desarrollo de proyectos de sistemas electrónicos*. 2004.
- [3] R. A. Balseca y M.A. Sinchiguano. “Integración de sistemas de comunicación digital aplicado al control de ruta en una unidad de transporte urbano”. Riobamba – Ecuador: Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, 2009.
- [4] Rossangela Carpio. “Sistema de control del tiempo de recorrido de las unidades de transporte urbano, usando tecnología Web”. Arequipa: Escuela Académico-Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- [5] J.L. Choque y J. Nava. “Sistema Integrado de Análisis-Evaluación-Verificación de calidad del suministro de energía Eléctrica en Bolivia”. La Paz - Bolivia: Ingeniería Electrónica, UMSA, 2012.
- [6] C. Cisneros. “Diseño e implementación de un prototipo de control de tiempo para los recorridos de las unidades de la cooperativa de transportes “Otavalo” mediante comunicación inalámbrica en la ruta Otavalo - Ibarra”. Ibarra - Ecuador: Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Escuela de Ingeniería Electrónica, Universidad Técnica del Norte (UTN), 2010.
- [7] G. Olmedo D. Moya E. Benítez y J. Larco. “Prototipo de una tarjeta para el control y localización vehicular utilizando mensajes SMS”. Sangolqui - Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.
- [8] H. Espinoza y J. Nava. “Ingeniería de tiempo real en el diseño de un sistema de supervisión y control para redes de energía eléctrica”. Brasil: Laboratorio de Banco de Datos - Departamento de Ciencias de la Computación - Universidad Federativa de Minas Gerais, 2004.
- [9] R. Ramírez. “Diseño e implementación de un prototipo de un sistema de seguridad utilizando telefonía celular”. La Paz - Bolivia: Ingeniería Electrónica, UMSA, 2013.