

IMPLEMENTACIÓN DE VARIABLES ESTADÍSTICAS EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL FLUJO DE PASAJEROS EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Morcillo Presenda, Freddy A. ¹ | García Alcocer, Julio H. | Flores Lázaro, Carlos M. | Acosta de la Cruz, José T.

RESUMEN

Esta investigación, presenta la integración de un sistema de estadísticas de pasajeros desarrollada con tecnología java para una cooperativa de transporte, con procesos de salida y retorno de unidades, donde se evaluaron de forma documentada los procesos de la cooperativa, como son: las salidas de cada unidad, tiempo de recorrido de una terminal a otra, tipos de usuarios que utilizan este servicio. Se realizó un estudio bibliográfico para la fundamentación y la fusión metodológica del modelo de desarrollo de software como la metodología en espiral y las técnicas de planeación de recursos empresariales. Los hallazgos permitieron el desarrollo del sistema, el cual admite ingresar información de la empresa, al mismo tiempo que se concede a los socios hacer uso de la información a través de la interacción con este y de esta manera mejorar la toma de decisiones de la cooperativa de transporte.

Palabras claves: estadística, transporte, análisis, productividad, medición.

DEPLOYMENT OF VARIABLE STATICS IN AN INFORMATION SYSTEM FOR MEASURING THE PASSENGER FLOW IN A COMPANY OF PUBLIC TRANSPORT

ABSTRACT

This research presents the integration of a statistics system of passenger developed with java technology for a transport cooperative, this one includes output process and returning of units where the cooperative's processes was assessed in a documented way, as outputs each unit, travel time from one terminal to another, types of people who use this service. A bibliographic study was performed for the foundation and methodological fusion of software development model as methodology spiral and techniques of enterprise resource planning. The findings allowed the development of the system, which supports enter company information at the same time allowed the partners use this information through interaction with this one and thus improve the decision making of the cooperative transport.

Key Words: statistics, transporting, analysis, productivity, measurement

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (México) División Académica de Informática y Sistemas. E-mail: fmorcillo64@hotmail.com

1. Introducción

La investigación realizada brinda información de manera fácil y ágil de comprender, para apoyar la toma de decisiones de la Sociedad Cooperativa de Transporte Urbano y Sub-urbano, S.C.L. y poder implementar estrategias que aporten elementos para el mejoramiento de la productividad, sustentadas por el sistema estadístico creado en java.

Hoy por hoy se reconoce la importancia que tienen las empresas, por su contribución al crecimiento económico, a la generación de empleos, así como al desarrollo de un estado o un país entero. En ocasiones, por el tamaño o tipo de empresa, estas se enfrentan a ciertas dificultades, como: Limitado nivel de desarrollo económico y tecnológico, bajos niveles de productividad y además de manera importante, bajos niveles de capacitación de sus recursos humanos, entre otras. El sistema estadístico del flujo de pasajeros de la cooperativa de transporte desarrollado en este proyecto de investigación, surge por la necesidad de optimizar los procesos administrativos de la cooperativa, de tal modo que puedan realizarse de una manera más práctica, precisa y confiable.

2. Objetivos

Desarrollar un sistema que genere datos estadísticos del flujo de pasajeros de la Cooperativa de Transporte, que ayude a los propietarios a la toma de decisiones y optimizar recursos para la mejora del servicio hacia los usuarios y esto también permita ampliar las instalaciones, número de unidades y rutas para ser más competitivos en el sector de transporte.

- Revisar el material documental que aborde la temática del estudio (bitácoras, manuales)
- Realizar entrevistas estructuradas que permitan conocer el entorno en que opera la cooperativa: instalaciones, organización y competencias.
- Realizar un análisis documental de los expedientes donde se detallen las corridas diariamente por las unidades de ruta escala.
- Definir las herramientas adecuadas para llevar a cabo el diseño y la implementación de la base de datos.
- Desarrollo de la aplicación con el lenguaje de programación adecuado para el sistema estadístico.

3. Fundamentos teóricos

3.1 Sistema de información

Un sistema de información se puede definir como un conjunto de elementos interrelacionados (entre los que podemos considerar los distintos medios técnicos, las personas y los procedimientos) cuyo cometido es capturar datos, almacenarlos y transformarlos de manera adecuada y distribuir la información obtenida mediante todo este proceso (Gómez y Suárez, 2010).

El propósito de los sistemas de información es apoyar y mejorar las operaciones cotidianas de la empresa, así como satisfacer las necesidades de información para la resolución de problemas y la toma de decisiones.

De manera general y de acuerdo a su función los sistemas de información se pueden clasificar en dos:

- Soporte a las actividades operativas, que da lugar a sistemas de información para actividades más estructuradas (como aplicaciones de contabilidad) o menos estructuradas (como aplicaciones de ofimática).
- Soporte a las decisiones y el control de gestión, que puede proporcionarse desde las propias aplicaciones de gestión empresarial.

Así mismo se pueden clasificar los sistemas en función del tipo de función a la que se dirige como financiera, recursos humanos, marketing, etc., como lo muestra la figura 1.



Figura 1. Clasificación de los sistemas por nivel y función. Fuente: Gómez y Suárez (2009).

3.2 Automatización

Es la realización de una operación, una serie de operaciones o un proceso por autocontrol, auto activación o por medios automáticos. La automatización implica la utilización de un equipo automático de proceso de datos que puede ser una computadora u otros dispositivos que simplifiquen el trabajo (Asensi, 2008).

3.3 Base de datos

Una base de datos es un conjunto de elementos de datos que se describe así mismo, con relaciones entre esos elementos, que presenta una interfaz uniforme de servicio.

Un modelo de base de datos es un principio de organización que especifica mecanismos particulares para guardar y recuperar datos (Johnson, 2000).

Gómez & Suárez (2010) definen una base de datos como “un conjunto estructurado de datos que se guardan en un sistema informático y sobre los cuales es posible efectuar una serie de operaciones básica de consulta, modificación, inserción o eliminación”.

3.4 Modelo en espiral

El modelo en espiral fue desarrollado por B. Boehm puede considerarse como un refinamiento del modelo evolutivo general. Como elemento distintivo respecto a otros modelos de ciclo de vida, introduce la actividad de análisis de riesgo como elemento fundamental para guiar la evolución de proceso de desarrollo (Cerrada, 2007).

El ciclo de iteración del modelo evolutivo se convierte en una espiral al añadir como dimensión radical una indicación del esfuerzo total realizado hasta cada momento, que será un valor siempre creciente. En cada ciclo de la espiral se realiza una parte del desarrollo total del software.

El modelo de desarrollo en espiral es un generador del modelo de proceso guiado por el riesgo que se emplea para conducir sistemas intensivos de ingeniería de software concurrente y con múltiples usuarios. Tiene dos características distintivas principales. Una de ellas es un enfoque cíclico para el tratamiento incremental del grado de definición e implementación de un sistema, mientras disminuye su grado de riesgo. La otra es un conjunto de puntos de fijación para asegurar el compromiso del usuario con soluciones de sistema que sean factibles y mutuamente satisfactorias. (Pressman, 2006).

El modelo en espiral se divide en un número determinado de pasos los cuales se mencionan a continuación (ver Figura 2):

- **Comunicación:** Las tareas requeridas para establecer comunicación entre el desarrollador y el cliente.
- **Planeación:** Las tareas requeridas para definir recursos, el tiempo y otra información relacionada para evitar los riesgos.
- **Modelado:** Las tareas requeridas para construir una o más representaciones de la aplicación.
- **Construcción:** Las tareas requeridas para construir, probar, instalar y proporcionar soporte al usuario (por ejemplo: documentación y práctica).
- **Despliegue:** Las tareas requeridas para obtener la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software creadas durante las etapas de ingeniería e implementadas durante la etapa de instalación.

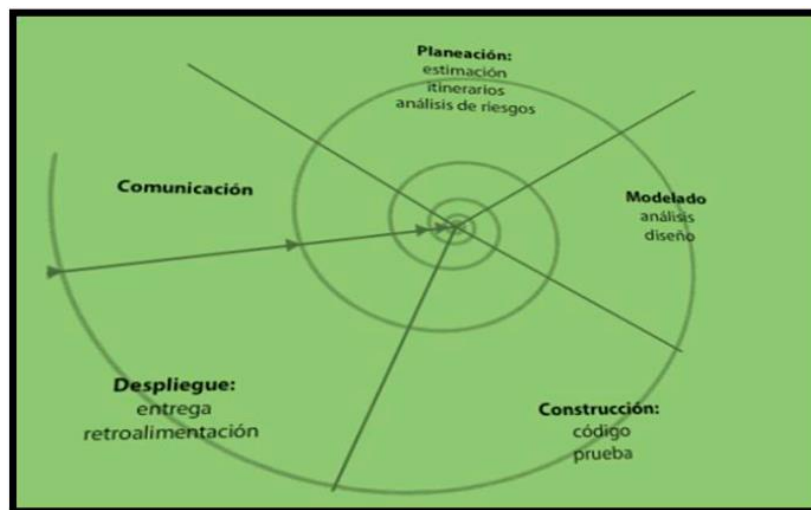


Figura 2. Esquema grafico del modelo de desarrollo espiral.
Fuente: Pressman, R.S. (2009).

3.5 Java

El lenguaje de programación Java fue originalmente desarrollado por James Gosling de Sun Microsystems (la cual fue adquirida por la compañía Oracle) y publicado en 1995 como un componente fundamental de la plataforma Java de Sun Microsystems. Su sintaxis deriva mucho de C y C++, pero tiene menos facilidades de bajo nivel que cualquiera de ellos. Las aplicaciones de Java son generalmente compiladas a bytecode (clase Java) que puede ejecutarse en cualquier máquina virtual Java (JVM) sin importar la arquitectura de la computadora subyacente.

Es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos y basado en clases que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. Su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo (conocido en inglés como WORA, o "write once, run anywhere"), lo que quiere decir que el código que es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recompilado para correr en otra. Java es, a partir de 2012, uno de los lenguajes de programación más populares en uso, particularmente para aplicaciones de cliente-servidor de web.

4. Aspectos Metodológicos

Antes de desarrollar el sistema, se procedió a realizar un estudio de tipo exploratorio en virtud de que se trata de un proceso no estudiado al menos en la región y sobre el cual no hay referencia documentada. Las fuentes de información a las que se tuvieron acceso son de tipo primaria como son los reportes documentados de la productividad diaria de las unidades, así como libros y referencias electrónicas que sustentan los aspectos teóricos-conceptuales de este estudio. Las técnicas de investigación aplicadas fueron la entrevista estructurada y el análisis documental, la primera técnica se hizo necesaria para conocer el entorno en el que opera la Cooperativa: instalaciones, organización y competencias, ya que de estos aspectos existe poca información documentada. La siguiente técnica fue el análisis documental, realizado a los expedientes donde se detallan las corridas realizadas diariamente por las unidades.

Analizando el volumen de los expedientes y de la información, se determinó capturar solamente cuatro datos: Total diario de Salidas (TDS) y Retornos (TDR), Total Diario de Pasajeros (TDP), Total Diario de Unidades (TDU) que prestaron el servicio y la fecha a la que corresponden estos valores

Al realizar el análisis de los datos, se identificaron las siguientes Segmentos y variables:

a) *Variables en las salidas de las unidades:*

- PROMEDIO DE UNIDADES DIARIAS (PUDs): Promedio mensual del número de unidades que prestaron el servicio por cada día del mes; el cual es calculando sumando el total de unidades por día y dividiéndolo por los días del mes correspondiente (n): $PUDs: \frac{SUMA(TDUs_1:TDUs_n)}{n}$.
- PROMEDIO DE SALIDAS DIARIAS (PSD): Promedio mensual del número de salidas por cada día del mes; el cual es calculando sumando el total de salidas por día y dividiéndolo por los días del mes correspondiente (n): $PSD: \frac{SUMA(TDS_1:TDS_n)}{n}$.

- PROMEDIO DE SALIDAS DIARIAS POR UNIDAD (PSDxU): Promedio mensual del número de salidas que tuvo cada unidad por cada día del mes; el cual es calculando dividiendo PSD entre PUDs: $PSDxU: PSD/PUDs$.
- PROMEDIO DE PASAJEROS DIARIO EN SALIDA (PPDs): Promedio mensual del número pasajeros que fueron transportados por cada día del mes; el cual es calculando sumando el total diario de pasajeros por día y dividiéndolo por los días del mes correspondiente (n): $PPDs: SUMA(TDPs_1:TDPs_n)/n$.
- PROMEDIO DE PASAJEROS DIARIO POR UNIDAD (PPDxUs): Promedio mensual del número de pasajeros que transporto cada unidad; el cual es calculando dividiendo PUDs entre PPDs: $PPDxUs: PUDs/PPDs$.
- PROMEDIO DE PASAJEROS DIARIO POR SALIDA (PPDxS): Promedio mensual del número de usuarios que transporto cada unidad; el cual es calculando dividiendo PPDxUs entre PSDxU: $PPDxS: PPDxUs/PSDxU$.

b) Variables en los retornos de las unidades:

- PROMEDIO DE UNIDADES DIARIAS (PUDr): Promedio mensual del número de unidades que prestaron el servicio por cada día del mes; el cual es calculando sumando el total de unidades por día y dividiéndolo por los días del mes correspondiente (n): $PUDr: SUMA(TDUR_1:TDUR_n)/n$.
- PROMEDIO DE RETORNOS DIARIOS (PRD): Promedio mensual del número de retornos por cada día del mes; el cual es calculando sumando el total de retornos por día y dividiéndolo por los días del mes correspondiente (n): $PRD: SUMA(TDR_1:TDR_n)/n$.
- PROMEDIO DE RETORNOS DIARIAS POR UNIDAD (PRDxU): Promedio mensual del número de retornos que tuvo cada unidad por cada día del mes; el cual es calculando dividiendo PRD entre PUDr: $PRDxU: PRD/PUDr$.
- PROMEDIO DE PASAJEROS DIARIO EN RETORNO (PPDr): Promedio mensual del número pasajeros que fueron transportados por cada día del mes; el cual es calculando sumando el total diario de pasajeros por día y dividiéndolo por los días del mes correspondiente (n): $PPDr: SUMA(TDPr_1:TDPr_n)/n$.

- PROMEDIO DE PASAJEROS DIARIO POR UNIDAD (PPDxUr): Promedio mensual del número de pasajeros que transporto cada unidad; el cual es calculando dividiendo PUDr entre PPDr: $PPDxUr: PUDr/PPDr$.
- PROMEDIO DE PASAJEROS DIARIO POR RETORNO (PPDxR): Promedio mensual del número de usuarios que transporto cada unidad; el cual es calculando dividiendo PPDxUr entre PRDxU: $PPDxR: PPDxUr/PRDxU$.

Para la programación de este sistema se eligió la programación orientada a objetos; entre las ventajas que ofrece este tipo de programación se encuentran:

- Facilita el desarrollo de sistemas complejo.
- Facilita la reutilización de código.
- Permite el desarrollo iterativo de aplicaciones.
- Facilita la interoperabilidad de aplicaciones.
- Permite la modularidad el cual reduce la complejidad del sistema.
- Construcción de prototipos.

La Figura 3 presenta los pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de este software.

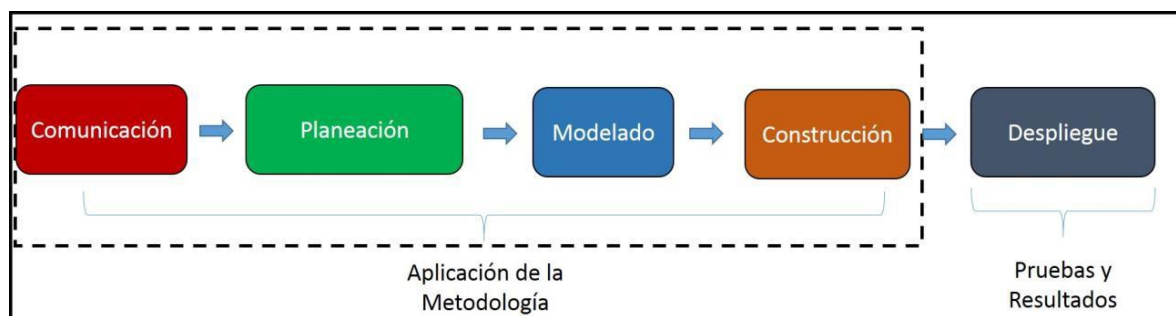


Figura 3. Fases para el desarrollo de software.
Fuente: Elaborada por los investigadores (2014).

Para el desarrollo del Sistema Estadístico del flujo de pasajeros se implementó el modelo en espiral, debido a que permitió hacer el sistema con múltiples accesos y permitió reducir riesgos.

Dentro de las ventajas que tiene el modelo en espiral se encuentran:

- El modelo en espiral puede adaptarse y aplicarse a lo largo de la vida del software.
- Permite aplicar el enfoque de construcción de prototipos en cualquier etapa de evolución del producto.
- Como el software evoluciona a medida que progresa el proceso, el desarrollador y el cliente comprenden y reaccionan mejor ante riesgos en cada uno de los niveles evolutivos.

Por otro lado, se utilizó el entorno de desarrollo NetBeans versión 7.4 el cual fue de utilidad para el diseño y programación del sistema estadístico, tal sistema se fue diseñando de acuerdo a las necesidades de la empresa y como servidor para el desarrollo de la base de datos del sistema se recurrió la herramienta XAMPP el cual permitió hacer la conexión de la base de datos con el sistema.

5. Resultados

Cumpliendo con los objetivos establecidos en esta investigación, se llevó a cabo el Desarrollo del Sistema Estadístico de flujo de pasajeros. Como se puede ver en la Figura 4, se diseñó y programó la interfaz inicial de la cooperativa.



Figura 4. Menú principal del sistema de la cooperativa.
Fuente: Investigadores.

En las siguientes figuras se muestran los diferentes módulos del sistema estadístico de la empresa que fueron diseñadas y programadas bajo el lenguaje de programación Java en el cual se observan los campos con que cuenta cada módulo.

En la Figura 5 se presenta el módulo de Unidad en el que se muestra la captura de las unidades y la búsqueda de estas.

Figura 5. Módulo de captura de unidades.
Fuente: Investigadores.

En la Figura 6 se presenta el módulo de Conductor en el que se muestra la captura de los conductores, la fotografía de cada conductor y la búsqueda de estos.

Figura 6. Módulo de captura de conductores.
Fuente: Investigadores.

En la Figura 7 se presenta el módulo de Viajes en el que se muestra el registro salidas y retornos de los Viajes, registro de los horarios de salidas y retornos y la búsqueda de las unidades.

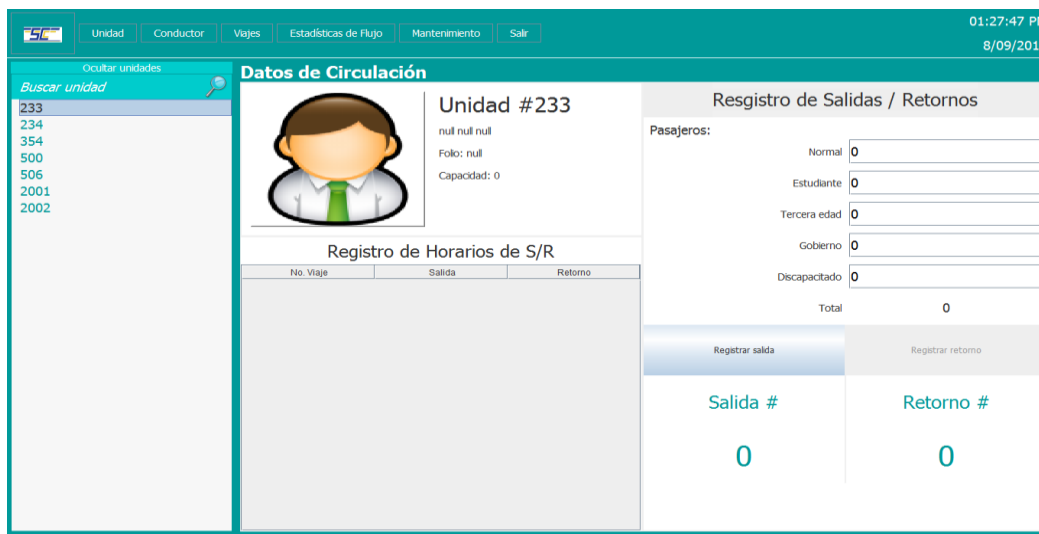


Figura 6. Módulo de captura de viajes (salidas y retornos).
 Fuente: Investigadores.

En la Figura 8 se presenta el módulo de Estadísticas de Flujo en el que se muestra el botón para generar los datos estadísticos de la empresa y la opción de generar un reporte impreso en PDF.

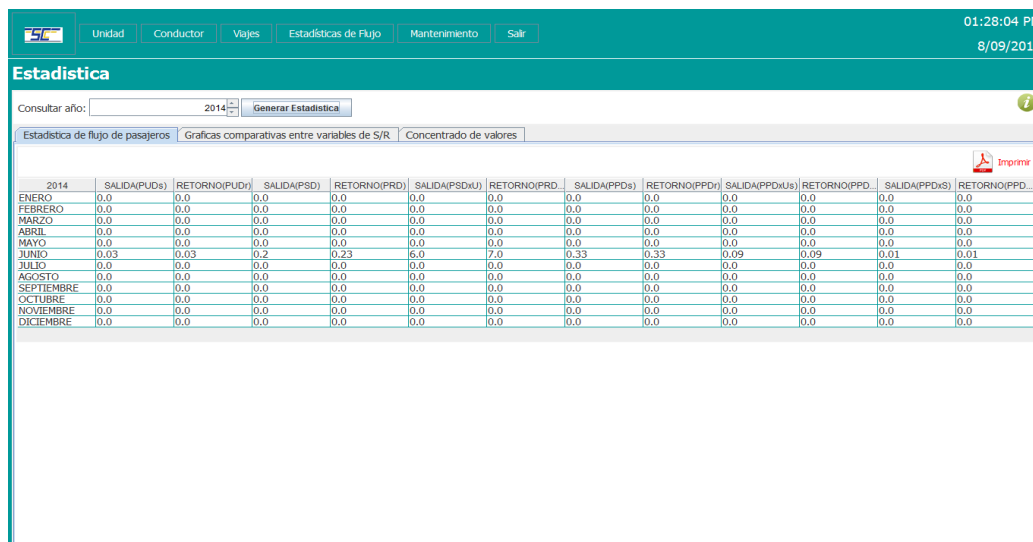


Figura 8. Módulo de estadísticas de viaje
 Fuente: Investigadores.

En la Figura 9 se presenta el módulo de Mantenimiento en el que se muestra la búsqueda de las unidades, descripción del mantenimiento y el costo de este, el historial de los mantenimientos por unidad y la opción de generar un reporte impreso en PDF.

The screenshot shows a web application interface for unit maintenance. At the top, there are navigation tabs: 'Unidad', 'Conductor', 'Vajes', 'Estadísticas de Flujo', 'Mantenimiento', and 'Salir'. The current page is titled 'Mantenimiento'. On the left, there is a search bar 'Buscar unidad' with a magnifying glass icon and a list of unit numbers: 233, 234, 354, 500, 506, 2001, and 2002. The main content area is divided into three columns. The first column shows a unit icon and 'Unidad #233' with fields for 'Folio: null' and 'Capacidad: 0'. The second column is titled 'Datos de Mantenimiento' and contains a 'Descripción' text area and a 'Monto' input field with the value '0'. Below these is a 'Registrar' button. The third column is titled 'Historial' and contains a search bar 'Buscar por:' with a dropdown menu set to 'Completo', a 'Consultar' button, and an 'Imprimir' button. Below the search bar is a table with columns 'No.', 'Fecha', 'Hora', and 'Monto'. At the bottom of the history section is a 'Motivos de mantenimiento:' text area.

Figura 9. Módulo de captura de mantenimiento de las unidades.
Fuente: Investigadores.

Una vez desarrollado el Sistema Estadístico de flujo de pasajeros se procedió a realizar las pruebas correspondientes para evaluar el software con base en la Norma ISO/9126:2001, en cuanto a Funcionalidad y Usabilidad los cuales dieron como resultados los siguientes.

- **Funcionalidad:** De los resultados obtenidos de la métrica de calidad, en este caso funcionalidad, en relación con la ejecución del software los usuarios opinan en un 30% que una vez fue suficiente para su ejecución, al 100% de las personas manifiestan que el resultado de dicha ejecución les resultó favorable, de igual manera el 100% opina que el software no presentó ningún fallo por lo que funcionó adecuadamente, así mismo no presentó ningún tipo problema en el menú de cada uno de sus módulos, y que tampoco se presentó errores al acceder a alguno de ellos, también opinan en un 90% que se cuidó la ortografía en las interfaces del software y que la información que se maneja es entendible y legible con claridad por los usuarios.
- **Usabilidad:** La usabilidad es un elemento importante del software, a medida de que los usuarios exploran por primera vez la aplicación se obtiene una visión de la estructura de la interfaz. Uno de los aspectos más importantes que se analizó es que a los usuarios les resultó en un 100% fácil utilizar el software, y realizaron

satisfactoriamente los pasos de la tarea. Así mismo, opinaron en un 40% que la información descrita en cada uno de los módulos del software es entendible, en un 80% manifestaron que les fue útil la información mostrada en el software y al momento de ejecutarlo solo lo hicieron una sola vez, por lo que les resultó en un 80% fácil utilizarlo.

6. Conclusiones

Los sistemas de información como herramienta para la toma de decisiones, obligan a las empresas a organizarse en todos los aspectos, este fue el caso de la Sociedad Cooperativa de Transporte en donde se implementó el sistema estadístico del flujo de pasajeros, el cuál en primera instancia; exigía datos estadísticos de acuerdo a las variables consideradas mismos que permitieron alimentar el sistema para arrojar resultados satisfactorios que, sin duda alguna ayudarán a la toma de decisiones dentro de la Sociedad cooperativa por parte de los socios y que permitirán brindar un mejor servicio a los usuarios y lograr mayores utilidades al poder establecer mejoras en sus sistemas de control fundamentando su decisión en datos reales, por ejemplo conocer los meses en donde es mayor o menor la productividad por unidad de transporte, el número de salidas y llegadas por unidad, el total de pasajeros transportados en cada corrida por unidad, etc.

El sistema implementado, desde luego es sujeto a perfeccionarse en base a la experiencia en el manejo por parte de los socios cooperativistas.

7. Referencias

- ASENSI, A. (2008): *Introducción a la automatización de los servicios de información*. México, Editorial Visión Libros
- CERRADA, J. A. (2007): *Introducción a la Ingeniería del Software* (4ª Reimpresión). España: Editorial Universitaria Ramón Areces.
- GÓMEZ, A. & SUÁREZ, C (2010): *Sistemas de Información Herramientas prácticas para la gestión* (3ª edición). México, Editorial Alfaomega Grupo Editor.
- JOHNSON. (2000): *Base de datos. Modelos, lenguaje, diseño*. México: OXFORD.
- PRESSMAN, R. S. (2006): *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico* (6ª edición). México, Editorial McGraw-Hill.