

# Propuesta de sistema Web para el apoyo de la toma de decisiones en la asignación de operadores en el Sistema Integral de Transporte ACABÚS

Ing. Edder Felipe Genchi<sup>1</sup>, M.T.I. Jorge Carranza Gómez<sup>2</sup>,  
M.T.I. Eloy Cadena Mendoza<sup>3</sup> y Dr. Eduardo de la Cruz Gámez<sup>4</sup>

**Resumen**—Este trabajo se enfoca en el análisis de una propuesta de sistema web donde se hará uso de una herramienta para la toma de decisiones, para esto se toman en consideración las alternativas de la minería de datos, que posteriormente se podrán utilizar en el proyecto para la asignación de operadores en el Sistema Integral de Transporte (SIT) ACABÚS. También en este artículo se pretende plasmar el trabajo que se ha realizado en la maestría en sistemas computacionales, con el apoyo de CONACYT.

**Palabras clave**— Minería de datos, reglas de asociación, sistema BRT, toma de decisiones, ACABÚS.

## Introducción

El SIT ACABÚS inició sus operaciones de manera oficial el 25 de junio de 2016 en Acapulco Gro., rápidamente este sistema se ha convertido en un elemento indispensable para la movilidad entre los ciudadanos del puerto de Acapulco, gracias a sus características, el sistema integral ACABÚS pertenece a un sistema *Bus Rapid Transit* (BRT); formar parte de este sistema implica cumplir ciertas condiciones.

El SIT ACABÚS cuenta con autobuses de diferentes características para transportar a los usuarios, el primero es un autobús convencional con capacidad para 50 pasajeros, es el más pequeño con un tamaño de 10 metros, se utiliza para las rutas troncales, en su haber existen actualmente 59 unidades. El segundo es un autobús padrón con tamaño de 12 metros, tiene capacidad para 90 pasajeros y se cuenta con 47 unidades. El tercero es un autobús articulado, tiene capacidad para 165 pasajeros, con un tamaño de 18 metros y se cuenta con 29 unidades. En cuestión de infraestructura el SIT ACABÚS cuenta con 5 rutas troncales y 12 rutas alimentadoras.

En el SIT ACABÚS hay un área que se encarga de administrar los horarios de los operadores, es decir, asignar en que turnos conducirán los autobuses, qué tipo de autobús van a manejar y qué ruta está asignada a cada operador. El encargado de esta actividad es el Jefe de Operadores, quién supervisa al personal que maneja las unidades, revisa que todos los autobuses estén disponibles para los choferes, en dado caso que surja un imprevisto el Jefe de Operadores trata de resolver la problemática lo antes posible para que el servicio de transporte no se interrumpa.

Las categorías de operadores se determinan según el autobús que maneje, por ejemplo, si se maneja el autobús convencional la categoría es “*Runner*”, si maneja un autobús padrón se denomina categoría “*Liner*”, por último, si maneja un autobús articulado corresponde a la categoría “*Brinter*”

El área de Gestión de Siniestro revisa los reportes que serán considerados para que un operador pueda subir de categoría, en esta área resguardan los reportes de choques, estos tienen un peso importante para la selección ya que un operador con menor número de incidentes aumenta sus posibilidades de subir de categoría; puede ser que el operador tenga dos siniestros registrados pero si la aseguradora deslinda de responsabilidades al operador, el reporte queda en su historial pero no afecta la decisión de selección.

La tecnología y seguridad en las unidades forman parte de su importante infraestructura, pero aún le falta agilizar o sistematizar algunos procesos, como es el caso de la asignación de operadores nuevos o para cambiar de categoría, este proceso es muy lento y se pierde mucho tiempo cuando se desea ejecutar, los inconvenientes que pueden resaltarse son, por ejemplo, las listas de asistencia ya que el registro es a mano, para obtener el dato de faltas por operador, se tiene que consultar al departamento de Recursos Humanos, solicitar la información, esperar que se contabilicen las faltas, lo anterior se hace para cada área involucrada, por ejemplo, Gestión de Siniestros que utiliza la información para conocer los reportes y dar seguimiento de cada operador. La misma situación ocurre con el capacitador, para poder obtener la información de los operadores que pasaron los filtros, pruebas y las etapas necesarias, se consulta al encargado de área quien informa quienes obtuvieron las mejores calificaciones para

<sup>1</sup> Ing. Edder Felipe Genchi es estudiante de la Maestría del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [efgenchi18@gmail.com](mailto:efgenchi18@gmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> M.T.I. Jorge Carranza Gómez es docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en un programa PNPC en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [jcarranzamx@gmail.com](mailto:jcarranzamx@gmail.com)

<sup>3</sup> M.T.I. Eloy Cadena Mendoza es docente de la Maestría del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [eloy\\_cadena@yahoo.com](mailto:eloy_cadena@yahoo.com)

<sup>4</sup> Dr. Eduardo de la Cruz Gámez es docente de la Maestría del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [gamezeduardo@yahoo.com](mailto:gamezeduardo@yahoo.com)

determinar quiénes son los mejores candidatos. Todo este proceso es realmente lento, cuando se pide la información a un departamento no se tiene de manera inmediata, deben de transcurrir días, o semanas para obtenerla, aun cuando se cuenta con formatos y reportes previamente rellenos. La manera en que se decide qué operador es el que cambiará de categoría, se hace mediante una reunión con los responsables de las áreas antes mencionadas, con la información y reportes ya analizados toman la decisión de que operador es el seleccionado.

En el SIT ACABÚS cuentan con 226 operadores, un total de 135 unidades entre los tres diferentes tipos de autobuses, se manejan dos turnos, el matutino de 5:00 am, a 1:00 pm; el vespertino de 1:00 pm a 10 pm, aunque hay excepciones por ejemplo las rutas de troncales de la Zapata, Renacimiento y sector 6 la última unidad da partida a las 11:40 pm justo cuando llega el autobús articulado a la estación de transferencia.

Cuando un operador empieza a trabajar en el SIT ACABÚS la primera categoría asignada es operador de apoyo siendo este el nivel básico, en esta solo se cubren las faltas, no cuenta con una unidad fija y tampoco una ruta asignada, solamente cubre las necesidades que vayan surgiendo. La siguiente categoría es la de operador “cubre comida”, en esta aún no se cuenta con una unidad fija, pero a diferencia de la primera categoría ya tiene una ruta asignada, es decir, le corresponde cubrir los horarios de comida de sus compañeros, por ejemplo, puede ser asignado un operador a la ruta de Renacimiento y ahí cubrir los horarios de comida de todos sus compañeros durante el día. El escalón siguiente es cubre descanso para este ya existe un rol que se debe seguir de las unidades y rutas, en esta categoría el conductor debe de cubrir a los compañeros que tuvieron descanso ya sea por vacaciones o por su día inhábil; tienen derecho uno por semana. La última categoría es donde al chofer ya se le asigna una unidad y ruta, cuenta con un día a la semana de descanso y tiene un horario de comida, a la persona que tiene esta categoría es responsable de la unidad por si tiene algún desperfecto debe de reportarlo de inmediato para que se repare.

### Objetivo general

Desarrollar un sistema Web que apoye en la toma de decisiones para la asignación de operadores en el Sistema Integral de Transporte ACABÚS a través de la técnica de árbol de decisiones, que permita el manejo de información, la correcta clasificación y detección de patrones.

### Sistema BRT

El sistema BRT es un sistema de autobuses de alta calidad, el SIT ACABÚS pertenece a este sistema ya que proporciona movilidad urbana rápida, cómoda y con un costo-beneficio favorable a través de la provisión de infraestructura segregada de uso exclusivo, operaciones rápidas, frecuentes y excelencia en servicio al usuario. (Tuzobus 2016). Desde el 2003 se considera el arranque formal de proyectos BRT en el país en la tabla 1 se muestra los sistemas BRT conforme a la fecha de construcción.

Ciudad/Estado	BRT	Año
Monterrey, Nuevo León	Transmetro	2002
León, Guanajuato	Optibus	2003
DF México	Metrobuús	2005
Guadalajara, Jalisco	Pre-Tren	2007
Villahermosa, Tabasco	Transbus	2008
Guadalajara, Jalisco	Macrobús	2009
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	Conejobus	2010
Estado de México	Mexibús	2010
Puebla, Puebla	Ruta	2013
Monterrey, Nuevo León	Ecovia	2014
Chihuahua, Chihuahua	Vivebús	2015
Tijuana, Baja California	SITT	2016
Acapulco, Guerrero	ACABÚS	2016

Tabla 1 Sistemas BRT del 2003 al 2016 en México Fuente: Propia con ideas de BRT México

Las características principales de un sistema BRT son las siguientes:

- a) Infraestructura física
  - Carril segregado o carriles solos-bus.
  - Existencia de una red integrada de rutas y corredores.
- b) Operaciones

- Servicio frecuente y rápido entre orígenes y destino.
  - Capacidad amplia para demanda de pasajeros a lo largo de los corredores.
- c) Estructura de negocios e institucional
- Sistema de recaudo de la tarifa operado y gestionado independientemente.
  - Seguimiento del control de calidad por parte de una entidad o agencia independiente.
- d) Tecnología
- Vehículos de bajas emisiones.
  - Vehículos de bajo ruido.
- e) Mercadeo y servicio al cliente
- Excelencia en servicio al cliente y provisión de facilidades clave para los usuarios.
  - Infraestructura especial para facilitar el acceso a grupos en desventaja física, tales como los niños, personas de la tercera edad y los discapacitados. (Wright, 2010).

### Minería de datos

En esta sección se describen algunos algoritmos o técnicas de minería de datos como alternativas para el apoyo a la toma de decisiones y la selección de operadores en el proyecto de Sistema Web en el SIT ACABÚS.

La minería de datos estudia métodos y algoritmos que permiten la extracción automática de información sintetizada que permite caracterizar las relaciones escondidas en los datos, así como pretender que la información obtenida posea capacidades predictivas, facilitando el análisis de los datos de forma eficiente. En la minería de datos se agrupan varias técnicas estadísticas y de aprendizaje automático enfocadas a la visualización, análisis y modelación de información de bases de datos. (Martínez, 2016).

Para tener resultados acertados en la minería de datos se debe de tomar en cuenta el proceso de la información, conocer qué tipo de datos de entrada se están tratando, como se obtendrán, si se tiene una base de datos o si es en papel, ya que se tienen la información hacer una selección y eliminar lo que no se necesite. Ya que se redujo el número de datos se procesan para posteriormente ocupar las herramientas necesarias, detectar posibles patrones, identificar lo que estos significan y observar los resultados, en la imagen 1 se muestra el proceso en general de minería de datos.

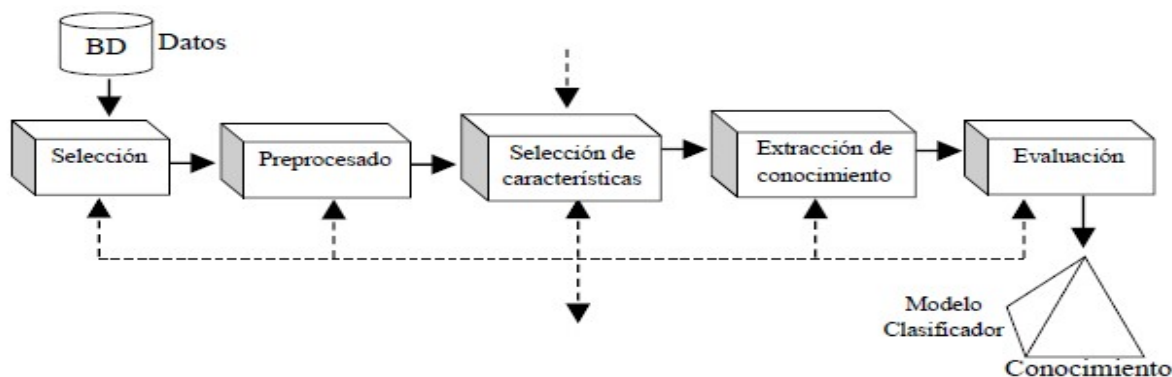


Imagen 1 Proceso de la Minería de Datos Fuente: (Martínez, 2016).

### Árbol de decisiones

Los árboles de decisiones son modelos predictivos, permitiendo que las observaciones que se obtienen de un elemento conduzcan a conclusiones acerca de un valor. Los árboles de decisión son utilizados principalmente para la clasificación, algo importante que gracias a esta técnica se pueden descubrir ciertas características que no se ven a simple vista, y se pueden utilizar tanto en aplicaciones de clasificación como en minería de datos. Existe una técnica llamada aprendizaje de árbol de decisión esta permite el aprendizaje automático a partir de un conjunto de datos.

Los algoritmos generan reglas de decisión, que son comúnmente utilizados en la minería de datos, los algoritmos generan reglas de decisión que son representadas como un árbol, donde la población total que puede ser vista como un nodo raíz, es sucesivamente dividida hasta obtener segmentos de similar comportamiento que pueden ser llamadas nodos hojas, y estas deben tener relación con la variable objetivo. En cada división se elige al predictor que mejor separe a la población. Si la variable objetivo es categórica se llama árboles de clasificación de otra forma si la variable es continua puede ser llamado árbol de regresión. Los algoritmos pueden diferenciarse por diferentes

razones como son: la naturaleza de los datos a clasificar, número de ramificaciones, criterios utilizados para la división, administración de los valores faltantes y método de poda que en otras palabras sería la simplificación del árbol. (Moreno 2016).

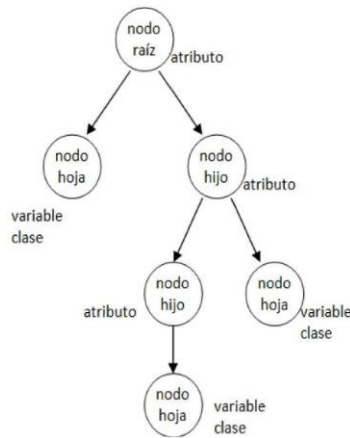


Imagen 2 Estructura de un árbol de decisión.

Existen diferentes tipos de algoritmos dentro de árboles de decisiones como es el caso del **algoritmo ID3** en este se engloba la búsqueda de hipótesis o reglas en el dado un conjunto de ejemplos. Otro **algoritmo es el C4.5**, es una extensión del algoritmo ID3. (Cabeza, 2016).

Para la construcción de un árbol de decisión se necesita un conjunto de entrenamiento lo que quiere decir una base de datos con información etiquetada, no toda la información se puede introducir de manera directa a un árbol de decisión, por ejemplo para introducir una variable está debe de tener dos valores posibles, para hacer la ramificación del árbol un ejemplo de una variable que no es binaria es la edad de un operador, ya que no es homogénea puede tomar diferentes valores, esto ocasiona problemas ya que se desprenden varios brazos, en este caso lo que se debe hacer es tomar un punto de corte, para poder adaptar esta variable y convertirla en binaria para que pueda funcionar en un árbol de decisiones.

Algunos de los datos que se van a utilizar para alimentar el árbol de decisiones son tanto cuantitativos como cualitativos, algunos de los más importantes son los siguientes: asistencia al trabajo, número de reportes de usuarios, número de reportes de compañeros, atención al cliente, estado civil, número de hijos, edad, exámenes de manejo de las unidades entregado por el capacitador, antigüedad, estado de salud donde se pedirá exámenes de vista, si tienen alguna enfermedad hereditaria etc., entre otros.

Estas técnicas para el manejo de datos e información son alternativas para que se utilicen y se puedan aplicar en el desarrollo del sistema web propuesto para la asignación de operadores en el Sistema Integral de Transporte ACABÚS, ya que algunas áreas como recursos humanos, y el jefe de operadores dan información donde se pueden usar técnicas o algoritmos para poder dar una toma de decisión más acertada, hacia el objetivo de asignar a los mejores operadores cuando haya una vacante.

### Toma de decisiones

El uso de minería de datos como soporte a decisiones en las empresas y negocios es importante para descubrir conocimiento en una base de datos, la información que se encuentra como tal en una base de datos en sí no aportar nada extra, para tener beneficios se necesita aplicar técnicas o algoritmos que den con precisión información que ayude a la toma de decisiones, donde se puedan identificar patrones, tendencias, seleccionar datos importantes y desechar lo que no sea útil. El proceso de minería de datos toma tiempo para que pueda dar resultados correctos, debido que se debe de conocer la información que se recibe, como se recibe para tener un mejor procesamiento de datos, también se necesita entrenar el algoritmo que se aplicara, para tener mayor certeza cuando se utilice. Como resultado en un algoritmo de minería de datos se obtiene conocimiento nuevo que puede ser utilizado para mejorar la toma de decisiones en una empresa o área correspondiente.

### Metodología de desarrollo de software

Para el desarrollo del sistema web descrita se propone la metodología incremental, debido que esta metodología facilita el ir trabajando conforme se va avanzando, y si hay alguna modificación o error por parte del desarrollador se puede regresar a la fase anterior para ajustar, si de nueva cuenta hay algo que hay que corregir no afectara el desarrollo en general porque se puede volver a corregir y después que todo está bien en esa fase se sigue avanzando, muy importante la retroalimentación del cliente para que se vaya entendiendo mejor el proyecto, así como manejar los requisitos para que el sistemas cumpla con el objetivo propuesto.

#### Metodología incremental

El desarrollo incremental se basa en la idea de diseñar una implementación inicial, exponer está al comentario del usuario, y luego desarrollarla en sus diversas versiones hasta producir un sistema adecuado. Las actividades de especificación, desarrollo y validación están entrelazadas en vez de separadas, con rápida retroalimentación a través de las actividades. (Sommerville, 2011). Una vez que se le entrega al cliente una parte inicial y se terminan las fases se crea un incremento o una versión, de acuerdo con el avance, módulos o funciones que se agregan al sistema es el nombre que se le dará, si es algo importante se crea la versión 1.0, si es alguna corrección será 1.01 y así sucesivamente.

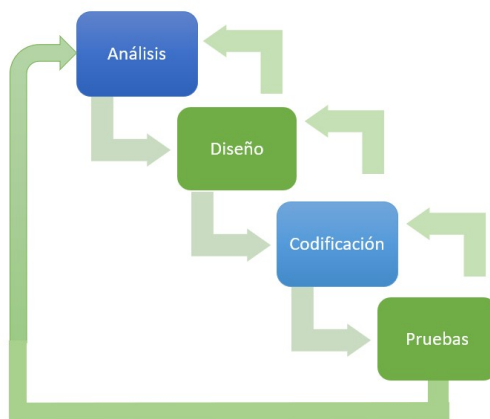


Imagen 3 Incremental. Fuente: Elaboración propia con ideas de (Somerville, 2011).

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

En este trabajo se presentó la situación actual que se encuentra en el Sistema Integral de Transporte ACABÚS, así como el área de Jefe de Operadores donde se procesa la información y se asignan los operadores cuando existe una vacante. También se describe la técnicas o herramienta de minería de datos para manejar la información, estas será una de las alternativas para utilizar en el proyecto propuesto para poder asignar un operador y así tomar la mejor de las opciones. La metodología que se propone es incremental donde se divide el proyecto en fases, donde la interacción con el cliente es importante, para revisar las versiones que vayan saliendo del sistema, con lo que hay posibilidad de corregir errores de manera temprana para prevenir un fracaso en el proyecto de manera general.

#### Trabajos a futuro

Es importante conocer herramientas que se pueden utilizar en el proyecto, en este artículo solo se describe la herramienta de árbol de decisión que posiblemente se pueda utilizar ya sea de manera individual o combinando con alguna otra técnica para la toma de decisiones, posteriormente se continuará con otros artículos conforme se vaya avanzando en el proyecto, por ejemplo se puede profundizar en la metodología y presentar los diversos diagramas como es el modelado de negocios, caso de uso, diagramas de despliegue, diagramas de secuencias.

### Referencias

Cabeza Gordillo, R. (2016). Localización de Datos de Contactos Personales Utilizando Técnicas de Minería Web y Redes Sociales. *Investigación E Innovación En Ingenierías*, 4(1). <https://doi.org/10.17081/invinno.4.1.2020>

Gironés, Jordi, et al. (2017) *Minería de datos: modelos y algoritmos*, Editorial UOC.

Haro, García, José Manuel de. (2003) *Modelo de toma de decisiones en selección de personal: una revisión*, Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid.

Martínez, M. D. (2016). Minería de datos. *Universidad Nacional del Noroeste Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Argentina*

Morales, M. (2015). Modelo de gestión del conocimiento basado en reglas difusas para evaluar el desempeño laboral. *Revista de Investigación Business Intelligence*, 2(1).

Moreno, A. (2016). Aprendizaje basado en árboles de decisión: un estudio crítico desde Weka, RapidMiner y SPSS Modeler. XXVI Simposio Internacional de Estadística 2016, I, pp 1 - 4.

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. México: Pearson.

Tuzobus. (2016). BRT: Qué es y su expansión en México. Mayo 2019, de Tuzobus Sitio web: [http://p-tuzobus.hidalgo.gob.mx/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=309:brt-que-es-y-su-expansion-en-mexico&Itemid=1386&lang=es](http://p-tuzobus.hidalgo.gob.mx/index.php?option=com_k2&view=item&id=309:brt-que-es-y-su-expansion-en-mexico&Itemid=1386&lang=es)

Wright, L. (2010). Guía de planificación de Sistemas BRT. Fondo global del ambiente, 3, 33.