

Diseño de un modelo de gestión sustentable para el transporte automotriz de Trujillo basado en el enfoque de sistemas

Design of a model of management sustainable for the automotive transport in Trujillo city based on the approach of system

Avelino J. Bacilio Quiroz¹, Carlos A. Rojas Rodriguez¹

Resumen

El diseño del modelo de gestión sustentable para el transporte urbano en Trujillo Metropolitano como principal objetivo del presente trabajo, tuvo como basamento el método de gestión sistémico y el manejo, control y regulación de los indicadores de confiabilidad de las flotas del transporte automotriz durante el proceso de su explotación, cuya base científico – técnica se funda en el carácter exponencial de la variación de las propiedades más importantes de los automotores en función del tiempo de su explotación. La fuente de datos fueron los vehículos de las diversas empresas de transporte automotriz de Trujillo. Para el registro de datos sobre la explotación de los automotores se emplearon, dispositivos GPS, el tablero de control del vehículo con los instrumentos de medición de la velocidad, el kilometraje y consumo de combustible, así como la entrevista a los conductores de los vehículos y a los jefes del servicio de mantenimiento de las flotas vehiculares. Los principales resultados obtenidos señalan que para una intensidad de envejecimiento vehicular (edad del vehículo) $\beta = 0,0076 \text{ mes}^{-1}$ quedó determinado el tiempo de explotación del vehículo hasta su retiro de la línea de servicio $t^r = 79,719$ meses, siendo los gastos $R^r = 843,3.10^3$ soles, el monto sumativo destinado al mantenimiento y reparación hasta el momento de retirarse al vehículo de la línea de servicio. Las conclusiones más importantes son: el recorrido mensual mínimo del vehículo al declasificársele $L_{\min} = 4686,2 \text{ Km}$, los gastos específicos destinados al Mantenimiento y reparación del vehículo por cada 1000 Km de recorrido $d(L) = 1739,6$ soles/1000 Km.

Palabras clave: gestión, transporte urbano, confiabilidad, planeamiento automotriz.

Abstract

The design of the management model for sustainable urban transport in metropolitan Trujillo (Peru) as the main objective of this work was to base the system management method and management, control and regulation of the indicators of reliability of automotive transport fleets during its operation, whose scientific and technical basis is based on the exponential character of the variation of the most important properties of cars based on the time of their exploitation. The sources of data were the cars of various auto transport companies Trujillo. To record data on the exploitation of automobile GPS devices were used, the control panel of the car with instruments measuring speed, mileage and fuel consumption, as well as the interview with the drivers of the cars service chiefs and maintenance of automotive fleets. The main results show that for an intensity of vehicular aging (age of vehicle) $\beta = 0.0076 \text{ months}^{-1}$ remained determined time car operation until his retirement from the service line $t^r = 79.719$ months, with expenditure costs $R^r = 843,3.10^3$ soles, summative amount for the maintenance and repair until the car removed from the service line. The key findings are: the minimum monthly tour for cars removed from its service line $L_{\min} = 4686.2 \text{ km}$, the specific expenses for maintenance and auto repair per 1000 km long $d(L) = 1739.6$ soles/1000 km.

Keywords: management, urban transport, reliability, automotive planning.

¹ Universidad Nacional de Trujillo, Perú, xab6epmadu_77@hotmail.com

Recibido, 16 de octubre de 2012

Aceptado, 20 de diciembre de 2012

Introducción

Un modelo de gestión es un modelo sistémico cibernético, cuyas relaciones internas revelan la existencia material, dinámica, compleja y en permanente cambio de dos subsistemas mutuamente interdependientes, uno de los cuales, es conducente y gestiona el cambio y el otro es conducido y tiene la misión de ejecutar el cambio Rojas (2009). El sistema conducente, para gestionar el cambio, necesita de un modelo que sea la expresión objetiva de las condiciones materiales de explotación del transporte urbano, es decir, de las condiciones del tráfico terrestre y de las características del mantenimiento y reparación de las flotas automotrices Obuidennov (1989).

En el contexto del transporte urbano de Trujillo (83 empresas: 40 de microbuses y 43 de camionetas rurales, llamadas Combis: Cubren más de 250 Rutas) y su seguridad ecológica hace falta prevenir las siguientes manifestaciones nocivas: la contaminación ambiental por los gases de escape de los vehículos que según Villanueva (2011) tienen de 25 a 40 años de vigencia operativa sin renovarse, la congestión vehicular, los accidentes de tránsito y el mal uso de los recursos económicos, energéticos, humanos y espaciales con frecuentes impactos múltiples socialmente negativos que se derivan de la forma caótica de la organización del transporte urbano. Este, es el centro de atención en el que se sustenta la importancia de la propuesta del modelo de gestión basado en indicadores compuestos de confiabilidad, como solución parcial a los problemas que se derivan de la explotación del transporte urbano, agregado al efecto económico favorable que se puede obtener al introducirse esta propuesta metodológica en el sistema del transporte urbano de Trujillo Metropolitano. Estas características explotacionales justifican la apremiante necesidad de un modelo de gestión sostenible para el transporte urbano en Trujillo.

Respecto a la experiencia en el manejo y dirección del transporte automotriz en la ciudad de Trujillo no existen trabajos de investigación científica orientados a establecer sistemas técnico – económicamente organizados o automatizados.

El CTAR (2002), en su Plan concertado del Departamento de La Libertad 2003–2011, con una visión de futuro al 2021 define “...como deficiente el desarrollo de las empresas de transporte, quedando por lo tanto el parque automotor obsoleto e insuficiente...”.

El Gerente General de La Oficina de Transporte Metropolitano de Trujillo Kohayagama (2011) informó que se encuentran buscando un modelo de autobús o microbús patrón para la circulación en el transporte automotriz de Trujillo.

A nivel nacional un caso representativo en la explotación del transporte automotriz lo constituye la realidad de la capital del país. En este caso, el MTC (2005) en su *Plan Maestro del Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao*, está previsto la elaboración de metodologías o técnicas de Administración del transporte y un plan de mejoramiento del Sistema u organización del mismo, pero no exhiben algún modelo de gestión del transporte urbano o un análisis de los esquemas topológicos de la red vial en Lima.

El esquema radial de la red vial de las ciudades es característico para la mayoría de las viejas ciudades que se desarrollaron como centros comerciales. Por esto, este esquema es típico también para la red vial automotriz. La principal deficiencia de este esquema topológico es la sobrecarga del centro por el tráfico terrestre y la dificultad de comunicación entre los puntos periféricos. Para la superación de estas

deficiencias en el proceso de desarrollo de la red de las vías de comunicación, en muchos casos se construyen pistas circunvaladas que unen pistas radiales entre sí a diferentes distancias del centro. En este caso, el diseño topológico según Klinkovshtein (1975) se hace anular-radial como en Moscú, París y Roma.

El esquema rectangular se caracteriza por la presencia de avenidas ubicadas paralelamente y ausencia clara de un centro. La distribución de los flujos de transporte, se hacen más uniformes. Este esquema se encuentra en ciudades como San Petersburgo (Rusia), Nueva York y Chicago. Una deficiencia de este esquema topológico es la dificultad de las relaciones entre los puntos periféricos. Para la rectificación de esta deficiencia se prevén vías diagonales que unen los puntos más alejados y el esquema topológico, según Klinkovshtein (1975), adquiere una característica rectangular-diagonal, como en las ciudades de Washington y Detroit (USA).

La ciudad de Trujillo presenta un esquema topológico de su red vial para el transporte automotriz del tipo rectangular-anular, con las ventajas y deficiencias descritas anteriormente para el tráfico terrestre.

La presente investigación, en su nivel técnico – operativo, se sustenta en la Ingeniería de tránsito, Cal y Cárdenas (2007), y la Explotación de automóviles y carreteras, Kramarenko (1972), y en su nivel gerencial, en la Teoría de sistemas, Rojas (2009).

El objetivo alcanzado con la investigación está identificado con el diseño de un modelo de gestión sustentable para el transporte urbano de Trujillo Metropolitano, basado en el establecimiento de indicadores compuestos de confiabilidad en los procesos de control y regulación de la explotación técnica del transporte, y la dinámica y determinación de los valores de los principales indicadores del servicio del transporte automotriz, aspectos fundamentales que identifican la interrelación entre el sistema conducente que gestiona la optimización de los procesos y el sistema conducido que tiene la misión de ejecutar las derivaciones de la optimización. Para este logro, se han empleado los métodos de matematización y modelamiento de los indicadores compuestos de confiabilidad de las flotas del transporte automotriz durante el proceso de su explotación, cuya base científico – técnica se funda en el carácter exponencial de la variación de las propiedades más importantes de los automotores en función del tiempo de su explotación, Prudovski (1990), así como en el método registral de los parámetros de explotación de los vehículos en cada ruta, según EL Plan Regulador de Rutas de la Municipalidad Provincial de Trujillo (2002).

Un peso gravitante en la gestión del transporte automotriz, proviene del estado técnico de los vehículos de transporte en carretera, ya que este estado técnico está condicionado por el nivel de desgaste de las piezas del vehículo, desgaste que en su estado límite conlleva a la falla de la máquina y consiguientemente a su paralización y retiro de la línea de servicio para su correspondiente reparación y restauración de su capacidad energética perdida, Dedkov y Cevertsev (1976).

La falla inherente al desgaste, producto de la degradación de las piezas mecánicas del automotor y del automotor en su conjunto constituye un acontecimiento probabilístico de carácter estocástico, que expresa cierto estado técnico probable de esta máquina, con una determinada evolución entrópica que conlleva a la generación de estados de entropía crítica, donde el rendimiento de la máquina al borde del caos obliga a ser paralizada para ser sometida racionalmente a un proceso planificado de restauración de su capacidad energética perdida, Shadrichev (1976).

Material y métodos

El objeto de estudio es el Sistema de Operaciones de las empresas de transporte urbano de la ciudad de Trujillo Metropolitano que se dedica a la explotación del transporte automotriz de carga de pasajeros y que incluye la gestión del transporte urbano y el mantenimiento de las flotas automotrices. La investigación prospectiva tuvo las variables categorizadas en: Indicadores de eficiencia [d , $d(L)$, Ver tabla 1 y Fig. 1]; Variables de entrada del proceso compuestas por: Las variables de decisión [R^r , R , $R(L)$, R_{max} , $R_{max}(L)$, Ver tabla 1 y Fig. 1], las variables de coordinación [$K_{u,t}$, $K_{u,t,min}$, t^r , L^r , \bar{L} , L_{min} , Ver Tabla 1 y Fig. 1] y los datos de entrada [L_0 , β , α , R_0 , S , $\bar{K}_{u,t,o}$, $\Delta K_{u,t}$, N , Ver Tabla 1 y Fig. 1]. Los indicadores de eficiencia, las variables de decisión y las variables de coordinación son los indicadores compuestos de confiabilidad de las flotas del transporte automotriz durante el proceso de su explotación, cuya base científico – técnica se funda en el carácter exponencial de la variación de las propiedades de los automotores en función del tiempo de su explotación.

Las variables de coordinación expresan la interdependencia mutua entre el sistema conducente que gestiona el cambio a partir de las condiciones materiales de explotación del transporte urbano y el sistema conducido que ejecuta el cambio; ambos sistemas, influenciados por un entorno en permanente cambio requieren para adaptarse y sintonizar con él, planeamiento continuo (predictivo, prospectivo). En este sentido, se trata de una metodología para lograr una adecuada homeóstasis en el sector automotriz, basado en un proceso morfogénico que facilita y maximiza las acciones negentrópicas y exergéticas en dicho sector, a fin de disminuir su proceso entrópico, considerando el objeto de estudio como un sistema abierto.

Los medios o fuente de datos, fueron los vehículos de transporte urbano, de las diversas rutas de transporte de carga de pasajeros, que se encuentran agrupados en las diversas empresas de transporte urbano de Trujillo Metropolitano (Población: 83 empresas, de las cuales 40 son microbuses y 43 camionetas rurales llamadas Combis. Ambas cubren más de 250 RUTAS, siendo la Muestra: La Empresa de Transporte Huanchaco S.A, Ruta 068, Línea H – 110 microbuses, que posee una parte uniforme de su composición vehicular compuesta por microbuses Volkswagen Volkbus 9.150 OD – Motor MWM 4.12 TCE Euro II Turbo intercooler de 150CV de potencia @ 2200 rpm/9 metros de largo, 30 asientos).

La investigación se inició identificando las diversas rutas del transporte a partir del Plan Regulador de Rutas de la Municipalidad Provincial de Trujillo (2002); se elaboró un registro previamente concebido para la toma de datos de la explotación de los vehículos en las diversas rutas (datos de entrada de la investigación prospectiva), en el curso de las cuales se emplearon diversos instrumentos de medición proporcionados por los mismos vehículos de transporte a través de sus tableros de control en la cabina, los dispositivos GPS, así como, la entrevista a los conductores de los vehículos de transporte y a los jefes del servicio de mantenimiento de las flotas vehiculares y la intervención especial de los estudiantes de motores, ingeniería automotriz y mantenimiento de máquinas del octavo y noveno ciclo de la Escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional de Trujillo, organizados en grupos de trabajo y distribuidos en las diversas Rutas de Transporte Urbano de Trujillo Metropolitano.

Resultados y discusión

Tabla 1. Dinámica de los indicadores de la Explotación Técnica del vehículo de transporte urbano de la empresa de transporte automotriz Huanchaco S.A, Ruta 068, Línea H.

Variante, i	$\bar{K}_{u.t}$	$k_{u.t.min}$	t^r , meses	L^r , 10 ³ Km.	\bar{L} , 10 ³ Km.	L_{min} , 10 ³ Km.	R^r , 10 ³ Soles	\bar{R} , 10 ³ Soles/mes	R_{max} , 10 ³ Soles/mes	$\bar{R}(L)$, Soles/1000 Km.	$R_{max}(L)$, Soles/1000 Km.	d , Soles/mes	$d(L)$, Soles/1000 Km.
1	0,580	0,2982	159,2093	793,13	4,9817	2,5612	2383,1	14,968	25,807	3004,7	10076	15282	3067,7
2	0,590	0,3111	153,6370	778,55	5,0675	2,6720	2242,3	14,595	24,737	2880,1	9258	14920	2944,3
3	0,600	0,3242	148,2098	763,74	5,1531	2,7846	2110,8	14,242	23,738	2763,7	8525	14579	2829,2
4	0,610	0,3376	142,8807	748,60	5,2393	2,8996	1986,8	13,905	22,795	2654,0	7861	14255	2720,8
5	0,620	0,3512	137,6841	733,23	5,3254	3,0165	1870,7	13,587	21,913	2551,3	7264	13950	2619,4
6	0,630	0,3649	132,6489	717,75	5,4109	3,1341	1762,4	13,286	21,090	2455,5	6729	13663	2525,1
7	0,640	0,3789	127,6951	701,92	5,4969	3,2544	1659,9	12,999	20,311	2364,7	6241	13390	2436,0
8	0,650	0,3931	122,8541	685,88	5,5829	3,3763	1563,3	12,725	19,577	2279,3	5798	13132	2352,2
9	0,660	0,4075	118,1203	669,60	5,6688	3,5000	1472,3	12,464	18,885	2198,8	5396	12888	2273,4
10	0,670	0,4221	113,4886	653,10	5,7548	3,6254	1386,4	12,216	18,232	2122,7	5029	12656	2199,3
11	0,680	0,4369	108,9541	636,38	5,8408	3,7525	1305,1	11,978	17,614	2050,8	4694	12437	2129,4
12	0,690	0,4518	104,5415	619,54	5,9262	3,8805	1228,7	11,753	17,034	1983,2	4390	12231	2063,9
13	0,700	0,4670	100,1876	602,36	6,0123	4,0111	1155,7	11,535	16,479	1918,6	4108	12034	2001,6
14	0,710	0,4824	95,9186	584,96	6,0985	4,1433	1086,5	11,327	15,953	1857,4	3850	11848	1942,9
15	0,720	0,4979	91,7574	567,44	6,1841	4,2765	1021,1	11,129	15,456	1799,6	3614	11674	1887,7
16	0,730	0,5136	87,6724	549,70	6,2699	4,4113	959,0	10,938	14,984	1744,5	3397	11508	1835,5
17	0,740	0,5295	83,6608	531,73	6,3557	4,5479	899,8	10,755	14,534	1692,2	3196	11353	1786,2
18	0,750	0,5456	79,7196	513,53	6,4417	4,6862	843,3	10,579	14,105	1642,2	3010	11206	1739,6
19	0,760	0,5619	75,8462	495,11	6,5278	4,8262	789,8	10,409	13,696	1594,6	2838	11068	1695,6
20	0,770	0,5783	72,0609	476,58	6,6135	4,9670	738,4	10,247	13,308	1549,4	2679	10941	1654,3
21	0,780	0,5949	68,3371	457,82	6,6994	5,1096	689,5	10,090	12,936	1506,1	2532	10822	1615,3
22	0,790	0,6117	64,6728	438,83	6,7854	5,2539	642,8	9,939	12,581	1464,8	2395	10712	1578,7
23	0,800	0,6286	61,0869	419,73	6,8710	5,3990	598,3	9,794	12,243	1425,4	2268	10612	1544,5
24	0,810	0,6457	57,5553	400,41	6,9569	5,5459	555,6	9,654	11,918	1387,6	2149	10522	1512,5
25	0,820	0,6630	54,0764	380,85	7,0429	5,6945	514,7	9,518	11,607	1351,4	2038	10443	1482,7
26	0,830	0,6805	50,6483	361,08	7,1291	5,8448	475,4	9,387	11,309	1316,7	1935	10374	1455,2
27	0,840	0,6981	47,2885	341,19	7,2150	5,9960	437,9	9,260	11,024	1283,5	1839	10318	1430,0
28	0,850	0,7158	43,9940	321,18	7,3006	6,1480	402,0	9,139	10,751	1251,7	1749	10275	1407,4
29	0,860	0,7337	40,7441	300,95	7,3864	6,3017	367,5	9,020	10,489	1221,2	1664	10248	1387,3
30	0,870	0,7518	37,5375	280,50	7,4725	6,4572	334,3	8,906	10,236	1191,8	1585	10238	1370,1
31	0,880	0,7700	34,3901	259,93	7,5583	6,6135	302,5	8,795	9,994	1163,6	1511	10249	1356,0

Como se puede observar en la Tabla 1 y la Fig. 1, los resultados expresan la variación de los indicadores de la explotación técnica de los vehículos de un mismo modelo de la empresa de transporte automotriz HUANCHACO S.A. en la RUTA M – 068 – Línea H, bajo diferentes regímenes de su explotación. $\bar{K}_{u.t.i}$ es el coeficiente de utilización técnica promedio del vehículo en todo el periodo de su explotación en la empresa. Este indicador juega un rol especial entre los datos de entrada del proceso de preparación de decisiones. Con la magnitud $\bar{K}_{u.t.i}$ se determina el i-avo régimen de explotación del automotor y el cálculo de los indicadores del trabajo del automotor para cada uno de los valores de $\bar{K}_{u.t.i}$, donde $i=1, 2, 3, \dots, N$; en este caso N son las variantes de cálculo de los indicadores analizados. En las características de explotación del transporte automotriz analizado $\bar{K}_{u.t.i}$ varía de 0,580 a 0,880 por lo que: $N = [(0,880 - 0,580)/0,010] + 1 = 31$ variantes diferentes de explotación del vehículo en la empresa automotriz analizada.

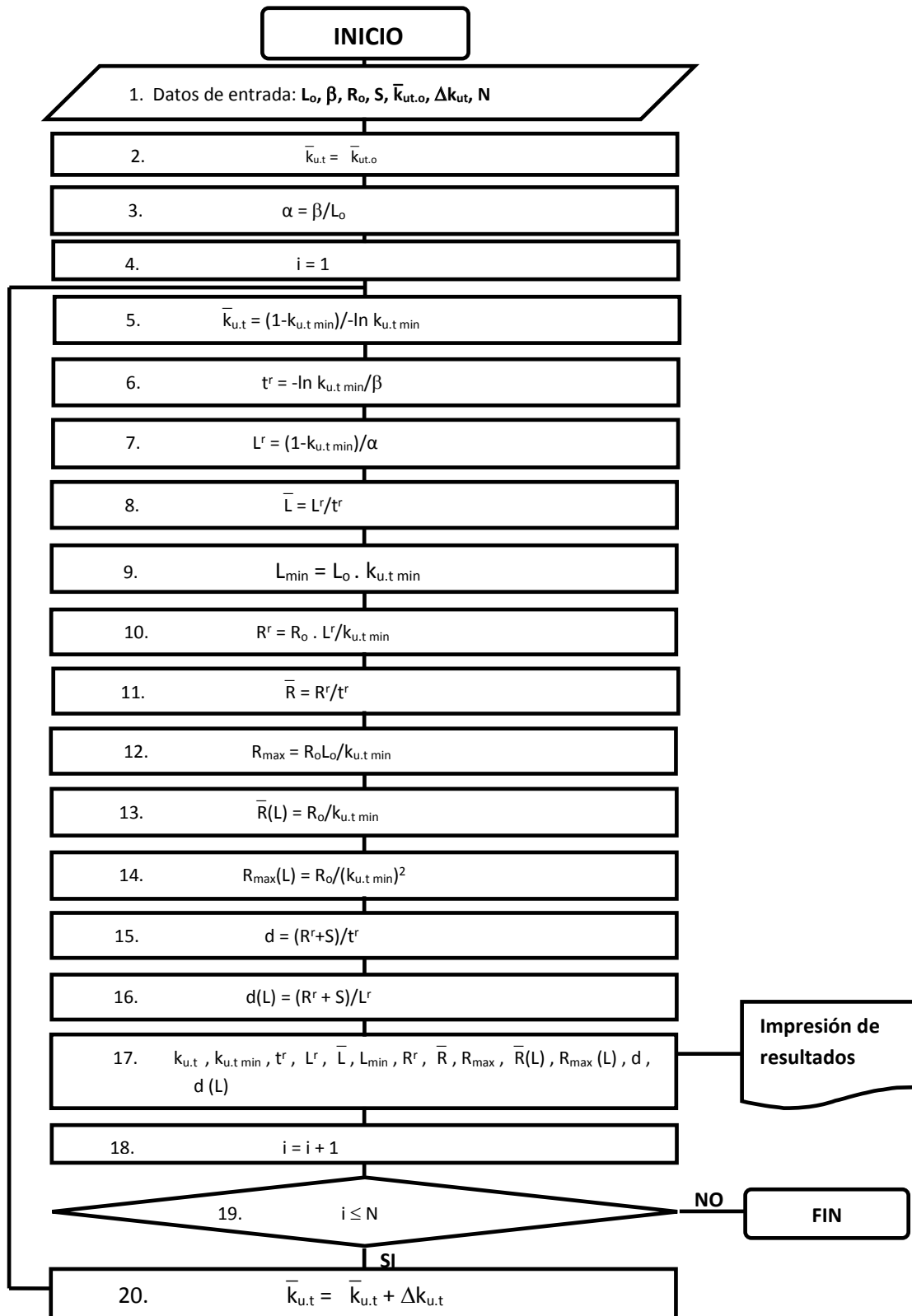


Fig. 1. Algoritmo de la variación de los indicadores del trabajo de los vehículos de las flotas de transporte urbano en la empresa HUANCHACO S.A. en la RUTA M – 068 – Línea H.

El recorrido mensual del vehículo Volkbus 9.150 de la empresa Huanchaco S.A, en su inicio fue $L_0 = 8,589 \cdot 10^3$ Km. La intensidad del “envejecimiento” del vehículo fue caracterizada por el parámetro $\beta = 0,0076 \text{ mes}^{-1}$, los gastos del mantenimiento

técnico y de la reparación corriente del vehículo en su inicio fue $R_o = S/. 896 / 1000\text{Km.}$, el costo del vehículo nuevo fue $S = 50000$ nuevos soles (cuota inicial). Para evaluar los principales indicadores de la explotación técnica del vehículo en esta Empresa de transporte, variando los valores del coeficiente de utilización técnica promedio en todo el período de explotación del automotor, en un diapasón que va desde $\bar{K}_{u,t} = 0,580$ hasta $\bar{K}_{u,t} = 0,880$, asumiendo que $\Delta k_{u,t} = 0,010$, significa que es necesario analizar 31 variantes. Así por ejemplo, cuando $K_{u,t} = 0,580$, resulta que: el tiempo de explotación o edad del vehículo al momento de declasificarse fue $t^r = [-\ln K_{u,t,\min} / \beta] = [-\ln 0,2982 / 0,0076] = 159,209$ meses, siendo los gastos máximos de mantenimiento y reparación corriente en ese momento igual a $R_{\max} = [R_o L_o / K_{u,t,\min}] = 896.8589 / 1000.0,2982 = 25,807.10^3$ nuevos soles/mes; asimismo, los gastos específicos del mantenimiento y la reparación corriente por cada 1000km de recorrido resultó ser:

$d(L) = (R^r + S). 10^3 / L^r = (2383100 + 50000). 1000 / 793130 = 3067$, soles/1000Km. Estos indicadores revelan solo una variante de explotación de la flota vehicular cuando $K_{u,t} = 0.580$. De modo que la Empresa Automotriz puede elegir la mejor estrategia de explotación de su flota vehicular considerando todas las variantes o modalidades de explotación técnica de la flota (Ver Fig. 1). El coeficiente de utilización técnica físicamente expresa el volumen de trabajo realizado por el vehículo en la flota de transporte de la empresa, lo que quiere decir, que mientras mayor es el valor del coeficiente de utilización técnica mayor será el volumen de trabajo realizado.

Conclusiones

El recorrido y los gastos del mantenimiento técnico y de la reparación corriente del vehículo están relacionados con el coeficiente de su utilización técnica. La dependencia que expresa la variación de este coeficiente en función del tiempo de explotación del vehículo conlleva un carácter exponencial y se describe con la expresión $K_{u,t}(t) = \exp(-\beta t)$.

La intensidad del “envejecimiento” del automotor en el tiempo de su explotación se caracteriza por el parámetro β (ver bloque 3 de la Fig. 1). Entre los valores de este parámetro, el tiempo de explotación del vehículo y el coeficiente de su utilización técnica al dársele de baja existe una relación simple, establecida por la expresión del bloque 6 (ver Fig. 1).

Un lugar especial, en la serie de expresiones obtenidas, ocupa la expresión, $\bar{K}_{u,t} = L^r / (L_o t^r)$ por cuanto permite determinar el valor del coeficiente promedio de utilización técnica del vehículo a través del recorrido del vehículo hasta ser retirado del servicio de transporte L^r , el tiempo de su explotación t^r y el recorrido mensual del vehículo al inicio de su explotación L_o . La expresión $\bar{K}_{u,t} = L^r / (L_o t^r)$ permite a cualquier Empresa de Transporte Automotriz determinar fácilmente el coeficiente promedio de utilización técnica de sus automotores. Asimismo, el conocimiento del valor numérico de este coeficiente permite calcular todos los indicadores principales de explotación del vehículo automotor y consiguientemente de toda la flota vehicular (Ver bloque 5, 6, 7 y 8 de la Fig. 1).

Los gastos del Mantenimiento Técnico y de la Reparación Corriente del automotor crecen exponencialmente en función del tiempo de su explotación en la Empresa en correspondencia con la expresión $R(t) = R_o L_o \exp(\beta t)$. En el tiempo de explotación, los gastos mensuales del servicio de mantenimiento y reparación del vehículo crecen desde la magnitud $R_o L_o$ para el vehículo al inicio de su explotación

hasta la magnitud R_{\max} para el vehículo que se declasifica. Estas magnitudes están relacionadas mediante la expresión del bloque 12 (Ver fig. 1).

La relación de expresiones matemáticas expuestas en los bloques desde 1 hasta 20 (ver Fig. 1), sirven como base del modelo de gestión del transporte urbano y permiten establecer la dinámica de sus indicadores en las empresas de transporte automotriz (ver tabla 1), es decir, permiten calcular y evaluar los principales indicadores compuestos de confiabilidad de la operatividad de la flota vehicular.

Recomendaciones

Introducir un mecanismo de conteo de pasajeros en cada paradero, con el propósito de obtener una evidencia más exacta del volumen de pasajeros transportados al día y la consiguiente cantidad más real de dinero obtenido al día. De este modo se reducen los tiempos de parada del automotor y los tiempos de carga y descarga de pasajeros.

La mayoría de las unidades vehiculares tienen una edad que oscila entre 25 y 40 años de antigüedad y han superado el tiempo de su vida útil y representan un peligro para la seguridad vial y la salud de la población de Trujillo, por lo que es urgente la renovación de flota en la mayoría de empresas automotrices.

Introducir el modelo de gestión del transporte automotriz urbano en la realidad de Trujillo Metropolitano.

Referencias bibliográficas

- Cal, R y Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. México D.F: Alfaomega.
- CTAR (2002). *Plan Concertado del departamento de La Libertad 2003–2011 con visión al 2021*: Autor.
- Dedkov, V y Cevertzev, N. (1976). *Fundamentos de la explotación de sistemas complejos*. Moscú: Escuela superior.
- Klinkovshtein, G. (1975). *Organización del Tráfico terrestre*. Moscú: Transport.
- Kohayagama, C. (2011). Disponible en <http://laindustria.pe/trujillo/>, consultado el 17.05.2011.
- Kramarenko, G. (1972). *Explotación técnica de automóviles*. Moscú: Transport.
- MTC (2005). Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú. *Plan Maestro del Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao* (Vol. 3–2). Plan de Administración de Tránsito: Autor.
- Municipalidad Provincial de Trujillo (2002). *Plan Regulador de Rutas de la Provincia de Trujillo*: Autor.
- Obuidennov, A. (1989). *Dirección sistémica del transporte automotriz con el empleo de ordenador*. Moscú: Transport.
- Prudovski, B. (1990). *Dirección de la explotación técnica del transporte automotriz*. Moscú: Transport.
- Rojas, C. (2009). *Investigación científica sistémica interdisciplinaria*. Trujillo: Imprenta Alexandra.
- Shadrichev V, (1976). *Fundamentos de Tecnología de la construcción y reparación de automóviles*. Leningrado: Construcción de máquinas.
- Villanueva, O. (2011). Disponible en <http://laindustria.pe/trujillo/local/parque-automotor>, consultado el 17.05.2011.