

Vehículos tipo para el transporte urbano de pasajeros en Colombia

ESTUDIO "BUS TIPO"

Con el copatrocinio del Instituto Nacional del Transporte - INTRA y en el marco del Proyecto de Consumo, Conservación y Sustitución de Energía en el sector transporte, realizado conjuntamente por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, el Ministerio de Minas y Energía, el Departamento Nacional de Planeación y la Organización de Estados Americanos - OEA, la Universidad Nacional de Colombia a través del Instituto de Ensayos e Investigación de la Facultad de Ingeniería desarrolló el estudio "Diseño Optimizado de un Vehículo Diesel de Pasajeros para Operación Urbana en Colombia", comúnmente conocido como "Bus Tipo".

En una primera parte se analiza cuales son las características predominantes en el transporte colectivo de pasajeros en las trece (13) principales ciudades colombianas teniendo en cuenta los aspectos del equipo, de la infraestructura y de la estructura o sistema de transporte; en la segunda parte se proponen soluciones para cada uno de los principales problemas encontrados en los aspectos considerados y en la tercera parte se hace la especificación de las principales características técnicas de tres (3) buses tipo o patrón en los tamaños mediano y grande de acuerdo con las normas internacionales.

El estudio se complementa con un programa de mantenimiento y con cuatro (4) modelos matemáticos sobre comportamiento mecánico de los buses.

JORGE SANCHEZ GOMEZ
Ingeniero Mecánico
Profesor Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería

INTRODUCCION

Seleccionar las características de un bus tipo verdaderamente adecuado a las condiciones del transporte urbano de pasajeros en Colombia, significa conocer en detalle las particularidades de la prestación del servicio para tener en cuenta sus limitaciones y para saber que es lo que se debe cambiar si realmente se desea mejorarlo.

Ninguna ciudad colombiana posee en el momento verdaderos sistemas para el transporte masivo de sus pasajeros; solamente existen pseudo-sistemas que trabajando con vehículos inapropiados pretenden llenar la función pero lo alcanzan solo en forma parcial, puesto que en general el servicio es considerado como bastante deficiente por los usuarios, que abrumados por el excesivo número de defectos del sistema no logran apreciar sus pocas cualidades.

Mejorar los equipos es algo imprescindible pero parecería que los determinantes económicos se oponen a ese imperativo; además carecería de sentido pretender usar mejores equipos en medio del caos actual; por eso se hace necesario considerar en primer lugar los aspectos económicos y posteriormente, ya definido lo primero, presentar las conclusiones técnicas.

ANALISIS CUALITATIVO DEL ASPECTO ECONOMICO

Cuando se habla de mejorar equipos casi en forma automática se menciona la necesidad de modificar las tarifas; y si se piensa en equipos muy buenos se piensa también en tarifas muy altas que no serían costeables para la mayoría de la población. Sin embargo, la tarifa es un elemento más en el conjunto de los ingresos y de los egresos y este tiene que tratarse tomando todos sus componentes.

LOS INGRESOS

Los ingresos de los propietarios de buses han sufrido notorio deterioro en los últimos años especialmente para los vehículos más antiguos. En primer lugar ha disminuido el número de pasajeros por recorrido y además se ha reducido el número de recorridos diarios y la cantidad de días al mes en los cuales se trabaja. Los pasajeros han disminuido por el excesivo número de buses que se encuentran trabajando y por la competencia de busetas y taxis colectivos; éstos últimos tanto legales como piratas, que hacen aparecer aún más excesivo el número de buses. Busetas y taxis han proliferado porque suponen una inversión mucho menor y porque a pesar de esto los gobernantes siempre les han autorizado mejores rutas y tarifas que conducen a mayor rentabilidad. Y en términos generales sobran buses, busetas y taxis porque por una parte cuando introducen vehículos nuevos no se reemplazan los antiguos, debido a la estructura de propiedad existente y porque en el transporte existen entidades que derivan sus utilidades no del número de pasajeros transportados y de la calidad del servicio prestado, como sería lógico aceptar, sino del número de vehículos que están afiliados a una empresa y del número de rutas que ésta pueda explotar.

El número de recorridos diarios por vehículo también ha disminuido por las razones antes citadas; y el número de días trabajados decrece cada vez más por una gran desprofesionalización en el sector, por la gran cantidad de fallas que presenta el equipo debido a su antigüedad y a la falta de programas consistentes de mantenimiento y por el absurdo sistema de preferencias y sobornos que se presentan en los despachos.

Además la situación de los ingresos se complica porque el manejo político de la tarifa ha hecho que quede bastante a la zaga de los demás fenómenos económicos. Y también debe citarse que la absurda "guerra del centavo" defendida por muchos como el único medio de estimular a los conductores a recoger pasajeros ha llevado a los primeros a desarrollar conductas de competencia en donde "la necesidad" de ir siempre ganando hace que se olvide el objetivo de buscar a los pasajeros.

LOS EGRESOS

También los egresos se han transformado incrementándose ampliamente. Debe advertirse en primer lugar que ciertamente los equipos y los insumos suben continuamente de precios, en algunos casos en forma escandalosa, y esto porque la política automotriz del gobierno en ningún caso ha considerado la especial situación de los buses y porque las negociaciones efectuadas casi siempre se han hecho en forma desfavorable para el país.

Los costos de operación también han crecido mucho; en primer lugar la gran proliferación de rutas y de vehículos unida a la "guerra del centavo" ocasionan que las condiciones de operación sean pésimas; las congestiones, las continuas arrancadas y frenadas bruscas y el manejo en permanente zig-zag hacen subir en forma notoria los consumos y disminuir también en proporciones notables la duración de los equipos y de sus componentes. Se emplean además sistemas de mantenimiento obsoletos que aumentan los costos, no garantizan la operación confiable del vehículo y determinan su rápido deterioro. Todo esto se incrementa por la utilización de equipos tecnológicamente inadecuados para el servicio que prestan y con modalidades técnicas que eran soportables económicamente en tiempos pasados pero no en los actuales por los altos costos de mano de obra e insumos. La poca capacidad de los equipos también ocasiona o que se les sobrecargue incrementando así su deterioro o que no se transporte un número de pasajeros que garantice la rentabilidad.

ANALISIS DEL EQUIPO ACTUAL

Los vehículos actualmente utilizados para el transporte urbano de pasajeros, con contadas excepciones, tienen características que los hacen totalmente inadecuados para el servicio que pretenden prestar.

Las busetas y los taxis colectivos suponen la aberración extrema del servicio, puesto que compiten directamente con los buses; sin embargo, destinarlos a servicios especiales también sería problemático y esto porque desde su diseño inicial están pésimamente concebidos y ofrecen innumerables problemas de inseguridad, de incomodidad y de congestión para el tránsito urbano.

Los llamados buses no corresponden a vehículos realmente diseñados para el transporte urbano de pasajeros. Se trata simplemente de buses escolares del tipo usado en los Estados Unidos, los cuales se montan en chasis para camión; debido al uso totalmente diferente para el cual fueron concebidos, no ofrecen facilidades al conductor y a los pasajeros y además no pueden dar rendimientos aceptables en las actuales condiciones económicas.

Los motores a gasolina son de diseño anticuado para el uso industrial y esto causa elevados consumos, mucha contaminación ambiental, baja confiabilidad y escasa duración; el sistema de transmisión no tiene en cuenta las condiciones del transporte urbano, es muy fatigante para el conductor y exige mucho mantenimiento; el sistema direccional es lento, también fatigante para el conductor y exige mucho espacio de maniobra; el sistema de frenos es incompleto e inseguro porque no tiene en cuenta ni las especiales condiciones topográficas ni el uso urbano y esto además

lo hace de poca duración; la suspensión es muy dura, no adecuada para pasajeros y ocasiona que la altura del vehículo varíe de acuerdo con el número de personas que vayan en el bus.

El sistema de señalización de rutas dificulta al pasajero la solicitud de parada y esto sumado a la pésima visibilidad que tiene el conductor aumenta la accidentalidad y hace más lento el tránsito. Las puertas son muy angostas y esto ocasiona inseguridad al subir y al bajar, además de hacer muy lento el proceso lo cual dificulta el tránsito y aumenta los costos de operación. Lo angosto de los pasillos, la inadecuada colocación de los pasamanos, la inexistencia de parales a lo largo del pasillo y la inadecuada ubicación de la puerta de salida hace difícil el viaje a los pasajeros de pie, dificulta la circulación y es causa de molestias entre los pasajeros; los asientos no tienen dimensiones adecuadas y en esto influye lo angosto de la cabina; la real capacidad del vehículo (en condiciones cómodas) es muy baja lo cual disminuye la rentabilidad. El diseño de ventanas es inadecuado y esto unido a la ausencia de ventilación mecánica deteriora el ambiente interno. El puesto del conductor no tiene en cuenta ninguna condición que lo haga cómodo y seguro.

No se tienen medidas de seguridad; en general no se cuenta con verdaderas puertas de emergencia, se utilizan internamente muchos materiales muy inflamables y que al arder producen mucho humo; los cables eléctricos no se aíslan y todo esto se complica en las busestas y en muchos buses (machacas) por la presencia del motor dentro de la cabina. Además el absurdo sistema de cobro y pago del pasaje entorpece aún más los comportamientos interno y externo del vehículo.

Las carrocerías son excesivamente pesadas y esto aumenta en forma permanente e ineludible los costos de operación; además el uso intensivo e indiscriminado de "adornos" y "lujos" aumenta considerablemente los costos iniciales, de por sí muy altos por la inadecuada mecánica de los llamados buses.

CONDICIONES REQUERIDAS

Crear un verdadero sistema de transporte masivo que pueda funcionar teniendo como equipo básico verdaderos buses supone modificar las condiciones antes citadas y para eso se necesita trabajar sobre los siguientes aspectos: ante todo racionalización de las rutas aplicando en cada una de las ciudades alguno de los innumerables estudios que sobre el tema se han realizado; después, administración de las rutas por parte de un organismo estatal y mediante un sistema moderno. Por otra parte, creación de verdaderas empresas de transporte bien sea privadas, oficiales o mixtas que deriven sus ganancias de la movilización real de pasajeros y que puedan garantizar el servicio mediante la aplicación de sistemas de contratación y entrenamiento de conductores, de mantenimiento de los vehículos y de contabilidad y estadística.

Se requiere también modificar el sistema de subsidios llevándolo hacia la adquisición de los vehículos y hacia las obras públicas que mejoren su operación. Importante resulta modificar las condiciones de adquisición de los buses, en forma tal que se logren precios más bajos, posibilidades reales de reposición y garantías reales sobre la duración de los vehículos, el servicio técnico y el suministro de repuestos.



CARACTERISTICAS DE LOS BUSES TIPO

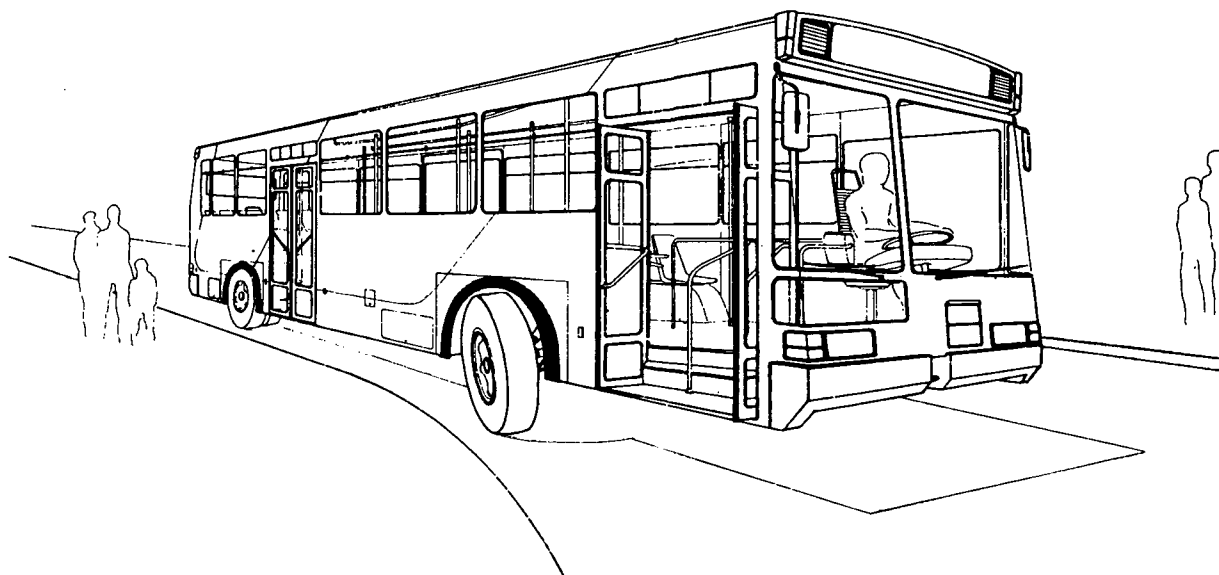
Las condiciones de las ciudades colombianas plantean la necesidad de tener buses, con algunas diferencias de tamaño y de capacidad de ascenso, de acuerdo con las diferentes ciudades, pero conservando las siguientes características generales:

- Motor diesel, de preferencia turboalimentado, colocado en la parte trasera del vehículo o en la parte central (entre ejes y bajo el piso). Para algunas ciudades resulta ventajoso utilizar como fuente de potencia motores para gas natural comprimido o energía eléctrica mediante el sistema Trolley. En ningún caso debe aceptarse el motor de gasolina y tampoco la colocación de ningún tipo de motor en la parte delantera del vehículo.
- Frontal plano. En ningún caso puede aceptarse la nariz o trompa.
- Caja de velocidades automática con retardador integrado.
- Eje trasero de relación sencilla que garantice arranque rápido, capacidad de ascenso adecuada y velocidad máxima de acuerdo con las normas legales.
- Dirección adelantada (el volante por delante del eje direccional) asistida hidráulicamente.
- Suspensión: de preferencia totalmente neumática; opciones secundarias de utilización de resortes de ballesta de gran longitud, especiales para buses, en forma mixta o como elementos únicos.
- Sistema completo de frenos que incluya: frenos de

servicio, neumáticos y con doble circuito independiente; freno auxiliar (retardador en la caja de velocidades); freno automático de emergencia con funcionamiento neumático y freno neumático de parqueo.

- Chasis semi-integral (primera etapa) o autoportante (segunda etapa).
- Sistema eléctrico de 24 voltios.
- Dos puertas dobles; anterior por delante del eje direccional, entrada de pasajeros; posterior, por delante del eje tractor, para salida de pasajeros (esta distribución debe cambiar si se trata de vehículo con cobrador).
- Puerta lateral izquierda de emergencia.
- Distribución interna de asientos y áreas para pasajeros de pie que garantice la óptima distribución del peso y la mejor utilización del espacio.
- Ayudas suficientes para los pasajeros tanto de pie como sentados (parales y pasamanos).

Se proponen tres tipos básicos de bus cuyas características se detallan en los cuadros anexos. El bus tipo A debe considerarse como el mínimo admisible para comenzar un sistema de transporte masivo; debe utilizarse en las rutas planas de ciudades grandes y medianas; el tipo B también está destinado a rutas planas pero en ciudades pequeñas en las cuales el tipo A podría plantear problemas de desocupación el tipo C se propone para rutas con fuertes pendientes en cualquier tamaño de ciudad y especialmente cuando se tienen pisos en mal estado. Ninguna ciudad debe utilizar simultáneamente más de dos tipos de buses.



BUS TIPO	A	B	C
CARACTERISTICAS DESCRIPTIVAS			
– Tamaño	Grande (Estándar)	Mediano	Mediano
Longitud nominal (metros)	12,0	9,5	9,5
Capacidad nominal (pasajeros)	120	95	95
Peso bruto vehicular nominal (newtons)	180.000	150.000	150.000
Peso bruto vehicular nominal (kilogramos)	18.367	15.306	15.306
Tipo de terreno para utilización	Pendientes moderadas. Piso en estado normal	Pendientes moderadas. Piso en estado normal.	Pendientes pronunciadas o piso en muy mal estado.
PRESTACIONES BASICAS			
Velocidad máxima teórica (Kilómetros por hora)	75	65	65
Pendiente máxima técnica a superar (%)	20	20	45
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS			
Rango para longitud total (mínimo-máximo) (milímetros).	11.300 - 12.300	9.000 - 10.000	9.000 - 10.000
Distancias entre ejes (mínimo-máximo) (milímetros).	5.500 - 6.200	4.400 - 5.200	4.400 - 5.200
Voladizo anterior (mínimo-máximo) (milímetros).	2.200 - 2.600	2.200 - 2.600	2.200 - 2.600
Voladizo posterior (mínimo-máximo) (milímetros).	2.400 - 3.500	2.400 - 3.000	2.400 - 3.000
Radios de giro entre paredes máximos (milímetros)			
Externo	11.800	11.000	11.000
Interno	5.300	5.000	5.000
Ancho (mínimo-máximo) (milímetros)	2.500 - 2.600	2.500 - 2.600	2.500 - 2.600
Altura máxima total para un piso (milímetros)	3.200	3.200	3.200
Altura máxima del piso o plataforma para pasajeros con respecto al suelo (milímetros).	740	740	740 Excepcionalmente 900
PESOS			
Determinación del peso bruto vehicular máximo de acuerdo con la longitud (newtons).	PBV = 36.000	+ 12.000 X longitud (metros)	
Máximo peso del chasis en condiciones de funcionamiento (newtons).	54.450	51.000	51.000
Peso unitario de la carrocería máximo (newtons por metro).	3.850	3.850	3.850

BUS TIPO	A	B	C
ESPECIFICACIONES MECANICAS			
Potencia motor nominal (kilowatios)	190	160	190
Potencia motor nominal (HP)	257	216	257
Rango para selección de potencia de acuerdo con la longitud (kilowatios).	171 - 209	144 - 176	171 - 209
Régimen para potencia máxima (rpm)	2.000 - 2.800	2.200 - 2.800	2.000 - 2.800
Rango para selección de par motor (newton-metro).	750 - 1.250	650 - 1.000	750 - 1.250
Rango para selección de par motor (kilogramo-metro).	76 - 128	66 - 102	76 - 128
Régimen para par máximo (rpm)	1.000 - 1.500	1.100 - 1.500	1.000 - 1.500

BIBLIOGRAFIA

- International Organization for Standardization - ISO; **HANDBOOK ROAD VEHICLES**; 1982.
- Empresa Brasileira de Planeamiento de Transportes - GEIPOT; **ESTUDO DE PADRONIZACAO DOS ONIBUS URBANOS**; relatório final; Brasilia, 1982.
- ENASA - Pegaso; **NORMAS DE CARROZADO**; Barcelona, 1984.
- Dirección General de Transportes del Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalidad de Cataluña; **ESTUDIO SOBRE LA NORMALIZACION DE VEHICULOS DE TRANSPORTE PUBLICO DE VIAJEROS**; Barcelona, 1982.
- Nations Unies - ECE; **PRESCRIPTION UNIFORMES RELATIVES AUX CARACTERISTIQUES DE CONSTRUCTION DES VEHICLES DE TRANSPORT EN COMUN**; Geneve, 1982.
- Society of Automotive Engineers, SAE; **HANDBOOK** 1984; volúmenes 1, 2, 3, 4.
- Verband öffentlichen Verkehrsbetriebe (VöV) and Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA); **BUS TRANSIT SYSTEM**; Dusseldorf, 1982.
- Volvo Bus Consultant; **THE BODY**; Engenka, Sweden, 1982.
- Vuchic, Vukan R; **URBAN PUBLIC TRANSPORTATION**, Systems and Technology; Prentice - Hall Inc.; New-Jervey, 1981.